

**Patent Specification**  
**DE 197 24 168 C1**

- 73) Patent Author/Proprietor:  
helag-electronic GmbH Mechatronic  
Structural Elements, 72202 Nagold, DE
- 74) Representative Proxy:  
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENT LAWYER GBR, 70182 Stuttgart
- 72) Inventor:  
Volz, Hans, 72297 Seewald, DE; Schuebel, Thomas,  
72202 Nagold, DE; Henninger, Helmut, 71159  
Moetzingen, DE
- 56) Selected references to evaluate Patent worthiness:  
DE 44 17 827 C2  
DE 41 10 702 A1
- 54) Device for the detection of the presence of a body in a detection zone which encompasses a heater device.
- 57) A purported device for the detection of the presence of a body, especially a human body, in a detection zone with a capacitive sensor, encompassing an electrode arrangement, connected to a detection circuit, whose capacitance is changeable by bringing a body into the detection zone, is possible, by achieving higher changes in capacitance of the electrode arrangement, through the introduction of a to-be-detected body into the detection zone, by proposing that the capacitive sensor encompasses an influence body, made out of non-conducting material, electrically separated from the electrode arrangement, and capable of generating electrical influence loads through the electrode arrangement's organized electrical loads.

## 1 Description

The following invention pertains to a device used in the detection of the presence of a body, especially a human body, in a detection area, with a capacitive sensor, which includes an electrode arrangement. The electrode arrangement is connected to a detection circuit, and its capacitance is changed through the entry of the body in the detection area.

Such devices are especially useful in recognizing the occupancy of a seat in a vehicle, and may be activated in combination with seat-based safety systems, such as an airbag system, other warning systems such as a seat belt reminder, or other arrangements (facilities) in the vehicle.

A device pertaining to the following invention (artwork) is filed under German Patent No. 44 17 827 C2. This well known device consists of two flat (*diagnostic*) electrodes arranged next to each other in the surface of the seat. When pressure is applied by a person, both electrodes generate an electric field in the upper surface of the seat detection area, which may be influenced by a person in the detection area. The capacitance of the electrode arrangement is linear to the relative dielectric value  $\epsilon_r$  of the substrate through which the field is generated in the environment. Since the human body is composed of approximately 75% water, with a relatively high dielectric value of 80%, the capacitance of the electrode arrangement in the occupied (seat) state will be higher than in the empty (seat) state. When there is no detection body in the detection zone, the capacitance of the electrode arrangement will be described, hereafter, as the rest capacitance.

When a to-be-detected body is brought into the detection zone, tenable changes in capacitance are essentially proportional to the rest capacitance of the electrode arrangement. However, the German patent no. 44 17 827 electrode arrangement registers a low rest capacitance (typically 50 pF) which is smaller than the capacitance the connection wires (typically 200 pF) to the electrode arrangement. The absolute changes in capacitance, through the introduction of a body into the detection zone, lies in the same order of magnitude as the capacitance of the connection wires of the electrode arrangement, such that the tenable changes in capacitance relative to the total (unified) capacitance of the capacitive sensors (which is a composition of the capacitance of the electrode arrangement and the connection wires), is marginal, and therefore difficult to detect. Mistakes in the detection of the presence of a body in the detection zone may occur due to the low rest capacitance of the electrode arrangement.

Therefore, the challenge of the proposed invention (artwork) is to create a device that achieves a higher change in capacitance than the electrode arrangement is capable of, as a result of bringing a to-be-detected body into the detection zone.

This challenge (of the proposed invention) is solved by a device in which the capacitive sensor encompasses an influence body made out of electrically conductive material, which is separated electrically from the electrode arrangement, and which is capable of generating electrical influence loads through the electrical arrangement's so-arranged electrical loads.

Electrical loads arise in the electrode arrangement when, for example, the detection circuit is opened with an impulse voltage.

The principle of the invention lies in the ability of the electrode arrangement to clearly recognize an increase in rest capacitance through some influence effect. To take advantage of the influence effect, the influence body must be electrically separated from the electrode arrangement, made of conductive material, and positioned sufficiently close to the electrode arrangement, so that electrical influence loads arise at the influence body through the effect of the electrical arrangement's so-arranged electrical loads.

Therefore, a negative influence load arises in the region of the influence body, which lies adjacent to a region of the electrode arrangement with a positive load. A positive influence load arises in the region of the influence body, which lies adjacent to a region of the electrode arrangement with a negative load. On the one hand, the adjacent loads of the electrode arrangement and, on the other hand, the adjacent loads of the influence body, result in opposing polarities.

Therefore, the electric field generated by the influence load, is directed outside of the region between the electrode arrangement and the influence body opposed loads generated by the electric field generated by the electrode arrangement.

The superimposition of the two fields leads to an attenuation of the electrical field of the electrode arrangement. However, when the electrical potentials in the region of the electrode arrangement are fixed, such as when two electrodes in the electrode arrangement are externally bridged, additional loads will flow (by way of the influence load) into the electrodes to counteract the attenuation of the electric field. Therefore, through the influence effect, the electrical loads of the electrode arrangement are increased when fixed voltage is applied; this corresponds to an increase in the capacitance of the electrode arrangement.

In order to generate uninterrupted influence loads, the influence body must be completely electrically conductive. It is preferable to electrically isolate bodies in the surrounding environment, especially those which carry an electric current, through an isolation body. Consequently, the influence body is not dependent upon a rigid electric potential, rather the potential of the influence body (as a result of an influence effect) can be freely derived from the electrode potentials within the electrode arrangement in a dependent manner.

Through the influence effect, a rise in the rest capacitance up to a factor of 25 is achievable in the electrode arrangement. Due to this dramatic rise in rest capacitance, the invention can also be deployed when in direct contact with electrical current carrying wires of the capacitive sensors of the electrode arrangement, when they are connected with a mass-potential. Such live wires lower the rest capacitance of the electrode arrangement; however, the influence effect driven rise in capacitance more than compensates for these losses. Therefore, the detection apparatus is especially well suited to be integrated next to a seat heater, in a seat, whose occupancy is to be detected.

The increased capacitance of the electrode arrangement brought about by the introduction of a detection body into the detection zone will be equally increased through the influence effect on the rest capacitance of the electrode arrangement. Therefore, the apparatus is capable of achieving absolute changes in capacitance within the electrode arrangement that are demonstrably larger than the capacitance of the connection wires of the capacitive sensors.

As a rule, the influence body can detect every position relative to the detection area. Preferably, however, the detection body is situated outside of the detection area. Then it

is guaranteed that the detection area lies precisely within the region of the electric field of the electrode arrangement, in which the load fields of electrode arrangement and the load fields of influence loads are opposed to each other.

It is especially efficacious when the influence body is on the leese side (turned-away side) from the electrode arrangement within the detection area. This set-up leads to higher capacitance changes in the electrode arrangement through the introduction of dielectric effects in the detection area.

A preferred arrangement for the device is where the influence body completely overlaps the side turned away from the electrode arrangement in the detection zone.

No definitive statements have yet been made about the types of the related electrode arrangements.

Fundamentally, it is conceivable, that the electrode arrangement could rely on a single electrode whose capacitance is measured against reference potential such as a grounded car frame.

Preferably, however, the electrode arrangement encompasses at least two electrically separated electrodes which can support different electric potentials from each other.

In this manner, the influence body will be formed and arranged advantageously, so that through the electrical load, every electrode's influence load can be generated on the influence body.

It is especially advantageous when the electrode arrangement is symmetrical, for example if it shows a mirror-image or similar balance, and the influence body is formed and arranged in a manner that produces the same symmetry, mirror-image or similar balance.

The minimum of two electrodes of the electrode arrangement can be positioned on various sides within the detection zone. In this case, it is advantageous when each electrode is assigned its own influence body, which is preferably arranged (in the detection zone) on the leese side (side turned away) from each electrode respectfully.

A more compact installation of the electrode arrangement of the device (including the capacitive sensors) is possible if the electrodes within the electrode arrangement are essentially flat, and preferably, if the electrode layer(s) are evenly positioned (parallel) next to each other. In this case, the minimum of two electrodes within the electrode arrangement will be positioned on the same side of the detection zone, such that a single influence body can maximize the influence effect of both electrodes.

The resting capacitance can be further elevated through the suitable geometry of the electrodes within the electrode arrangement.

In order to obtain a higher rest capacitance, the shape of the two electrodes in the electrode arrangement should resemble a comb with several threads, and these electrodes should be arranged so that the threads are interlocking.

An effective way of achieving a higher rest capacitance is possible if the electrode arrangement surrounds at least one meandering-shaped electrode. The more electrodes in the electrode arrangement, the more desirable it is when all the electrodes have a similar meandering shape.

A preferred arrangement for the device is when the influence body acts as one essentially even influence layer. Such an influence layer can be made flexible so that any deformation (such as when the seat is occupied) will not lead to interruptions when a to-be-detected body is brought into the detection area.



To reach the desired elevation in rest capacitance within the electrode arrangement, it is especially useful when the electrode arrangement consists of an electrode layer with two, flat, electrodes, positioned next to each other, and the influence body is essentially parallel to the influence layer of the corresponding electrode layer.

The required electrical separation of the electrode arrangement from the influence body can be achieved, for example, by providing an air-filled or interstitial space between the electrode arrangement and the influence body.

A reliable separation, that can withstand deformation of the capacitive sensors and still achieve sufficient isolation, can be achieved by using an electrically non-conductive body between the electrode arrangement and the influence body.

The rest capacitance of the electrode arrangement depends on the influence effect, among other things, as well as the distance between the electrode arrangement and the influence body. If the isolation body between the electrode body and the influence body is elastic, then additional increases in capacitive change are achievable through the introduction of a body into the detection zone. For instance, when the capacitive sensor is activated through mechanical pressure applied by a body, the distance between the electrode arrangement and the influence body will be reduced due to narrowing of the elastic isolation body, which in turn, leads to a subsequent rise in the capacitance of the electrode arrangement.

In order to fully utilize the change in capacitance brought about by the introduction of a body into the detection zone of the electrode arrangement, the detection circuit of the device switches to an advantageous setting that measures the momentary combined capacitance of the capacitive sensors corresponding diagnostic signals.

This type of detection circuit can be built out of discreet electronic components and/or via a programmable processor with suitable diagnostic (analytic) programming.

For the purpose of effective detection, the device depends entirely upon the precise logging of capacitive changes within the electrode arrangement. Therefore, it is desirable when the detection circuit has a facility to generate both the combined rest capacitance of the capacitive sensors corresponding reference signals, and a facility to decrease the transmission of the reference signals corresponding diagnostic signal.

The combined rest capacitance of the capacitive sensors is a function of both the rest capacitance of the electrode arrangement, and the capacitance between the detection circuit and the wiring of the electrode arrangement. From this projected value one can conclude that the transmission of the reference signal's decreased diagnostic signal directly relates to capacitive changes resulting from bringing a body into the detection zone.

For many different applications, it is desirable when the device can differentiate between the presences of different kinds of bodies in the detection area. For this purpose, the detection circuit has a specific setting to measure the detection output signal, which specifies whether the diagnostic signal exceeds a given stimulus threshold. Only then is it possible for the device to detect the presence of a body in the detection zone, when this same body causes capacitive changes in the electrode arrangement that lies above a minimum threshold. In this manner, it is easier to differentiate human bodies, which cause greater capacitive changes in the electrode arrangement due to their high relative water content and their correspondingly high average di-electric  $E_1$  values, in contrast to

objects, which are commonly made of plastics or metals that have correspondingly much lower average di-electric  $E_1$  values.

Furthermore, it is advantageous when the device which generates the detection output signal is configured such that this output signal (following an over or under exceedance of a specified threshold value through the diagnostic signal) only changes when the over or under exceedance lasts a minimum specified period of time. In this manner, it is possible to prevent the detection output signal from changing if the body is only brought into the detection zone for a short time, or if the body is brought out of the detection zone for a short time. For example, it is conceivable that a person occupying a seat, whose presence is to be detected by the device, might lift themselves out of position for a short time by reaching behind the seat, or by reaching for the car's instrument panel while in the normal seating position. In this case, the desired result is that the detection system recognizes uninterrupted occupancy in the affected seat.

Aside from the detection of seat occupancy, the device may be used for any number of other applications which involve the detection of the presence of a body within a detection zone. For example, the device could be used to detect the occupancy of hospital beds.

Since the reduction in rest capacitance, resulting from neighbouring current bearing wires, is compensated for by the influence effect of the device, this device is well suited as a component within a heater system, especially a seat heater system, whereby the heater device encompasses a heater element and heater controls (for directing input electrical current to the heater element), is situated next to the device, and which depends on the detection output signal of the device. Such a heating device can be used so that the heater controller delivers the input electrical current to the heater element only when a human body is occupying the to-be-heated seat within the detection zone. Thus, considerable engineering efficiencies can be derived in this configuration in contrast to independent seat heating and seat occupancy detection systems.

A heater element and detection device encompassing a seat heater, used for the detection of the occupancy of a seat, which is only activated when a seat is occupied, is known as DE 41 10 702 A1. However, this well known seat heater does not encompass the detection device according any claims in 1 through 15.

As a rule, the detection zone is essentially heated by way of the heater device. Therefore, it is an advantage when the heater element is situated between the electrode arrangement of the invention and the detection zone, such that the heater element is in close proximity with the to-be-heated zone.

A preferred arrangement for the heater device, is where the heater device encompasses a heater mat, in which the heater element, electrode arrangement, and the influence body are incorporated. A more compact configuration of the heater device, which facilitates faster installation, can be achieved by integrating the heater element, the electrode arrangement, and the influence body into the heater mat.

Space requirements of the heater device can be further reduced, and further reductions in installation time can be achieved, when the heater controller and the detection circuit are housed together.

More examples of the features and advantages of the invention subject matter are described in the following descriptions and illustrative drawings.

The drawings show:

**Fig. 1** A schematic representation of a heater device which is integrated into a device for the detection of the presence of a body;

**Fig. 2** A seat, for example a vehicle seat, with a heater mat integrated into the seat heater from **Fig. 1**;

**Fig. 3** A schematic, strongly super-elevated cross-section through the heater mat of the heater device from **Fig. 1**, representing a heater element layer, an electrode layer, and an influence layer;

**Fig. 4** A schematic cross-section through the heater element layer of the heater device from **Fig. 1**;

**Fig. 5** A schematic cross-section through the electrode layer of the heater mat from the first embodiment of the heater device from **Fig. 1**;

**Fig. 6** A schematic cross-section through the influence layer of the heater mat from the heater device from **Fig. 1**;

**Fig. 7** A block diagram of the detection circuit of the device to detect the presence of a body;

**Fig. 8** A temporal progression of exit tension from a triangle (delta) generator of the detection circuit from **Fig. 7**;

**Fig. 9** A temporal progression of exit tension from a one-way amplification of the detection circuit from **Fig. 7**;

**Fig. 10** A temporal progression of exit tension from an even potential transformer of the detection circuit from **Fig. 7**;

**Fig. 11** A schematic cross-section through the electrode layer of the heater mat from a second rendition of the heater device.

All figures have identical or functionally equivalent elements with the same references (nomenclature). The schematic in **Fig. 1**, represented in its entirety **100** as a heater device, encompasses a flexible, flat, and essentially rectangle-shaped heater mat **102**. The heater mat **102** depicting the heater current (electrical) input **104** where the heater wires are connected to the heater current (electrical) output **108**, heater controller, or heater regulator **110**.

Furthermore, the heater mat **102** depicts a heater current (electrical) exit point **112** that is connected to a mass-potential via a heater current (electrical) output wire **114**.

Furthermore, the heater mat **102** depicts a detection current (electrical) input **116**, that is connected to a detection circuit **122** via a detection current (electrical) output **120**, as well as a detection current (electrical) output **117**, that is connected to the detection circuit **122** via a detection current (electrical) output wire **119**.

The heater regulator **110** and the detection circuit **122** are housed together **124** and fed electrical current through a provision cable (not represented), for example, via a car battery connection.

As represented in **Fig. 2**, the heater mat **102** of the heater device **100** in a seat cushion **126** of a seat **128** arranged in a transportation system, for example in a motor vehicle, in order to heat the seat surface **130** of a seat **128**.

As an alternative, or to supplement, one can arrange the heater mat **102** in the backrest **132** of a seat **128**, in order to heat the leaning (seat back) area **134** of the seat **128**.

For the sake of engineering economy it is desirable, in both situations, when the heater mat **102** is only fed heater electrical current when the seat **128** is occupied by a person,

for instance by a driver or passenger, where the human body is located within the broken lines of the detection zone represented in **Fig. 2**. For this purpose, the heater device **100** encompasses a device for the detection of the presence of a body in the detection zone, in which the output signal that determines whether or not the seat **128** is occupied, is based upon the heater regulator **110** that steers heater current (electrical) supply to the heater mat **102**. The following sections describe in greater detail the device used for the detection of the presence of a body.

As represented in **Fig. 3**, the heater mat **102** consists of an upper isolation layer **138** which is fixed into the seat surface **130** in the "built-in" state, and made out of electrically non-conductive foil or tissue.

A heater element layer **140** is mounted to the underside of the upper isolation layer **138**, by a linear (thin) "snake-like" heater element. The shape of the heater element **142** is illustrated in the **Fig. 4** cross-section.

Instead of a heater element in the form of a heater wire, a carbon mat may also be used as a heater element.

The first end of the heater element **142** is connected to the heating current (electrical) input **104** of the heater mat **102**, while the second end of the heater element **142** is connected to the heating current (electrical) output **112** of the heater mat **102**.

When heating electrical current flows from the heating current (electrical) input **104** to the heating current (electrical) output **112** of the heater mat **102**, warmth is generated by ohmic resistance and passed through the upper isolation layer **138** at the seat surface.

At the heater element layer **140** of the heater mat **102**, an "in between" isolation layer **144** is situated underneath, which is made out of electrically non-conducting foil or tissue.

An electrode layer **146** with an electrode arrangement **148** is situated beneath the "in between" isolation layer **144**.

The electrode arrangement **148** consists of a flat-like meandering first electrode **150**, and a similar flat-like meandering second electrode **152**, in the same plane and essentially parallel to the first electrode **150**, with a distance of approximately 5mm from each other.

Both electrodes **150** and **152** are made out of good conducting material, preferably metallic, such as silver-coated copper plating, and have a diameter of approximately 30mm (horizontal to the electrode layer **146**) and a measured thickness (vertical to the electrode layer **146**) of approximately 0.2mm.

The end of the first electrode **150** is connected to the detection current (electrical) input **116** of the heater mat **102**. The end of the second electrode **152** is connected to the detection current (electrical) output **117** of the heater mat **102**.

The space between the two electrodes **150** and **152** is preferably air-filled, but it can also accommodate an electrically isolating material.

Another space layer **154** is situated underneath the electrode layer **146** which is made out of an elastic, deformable, and electrically non-conductive foil, or mesh material. The thickness of the space isolation layer should amount to approximately 0.8mm.

An influence layer **156** is situated underneath the space isolation layer **154**, which is composed of a well conducting, preferably metallic material, parallel to the surface boundary layers, at least as wide as the electrode arrangement **148** of the electrode layer **146**, and whose horizontal parallel projections are vertically positioned above the direction of the influence layer **156** as shown by the broken lines in **Fig. 6**. In other



words, the influence layer **156** completely overlaps the leeward side of the electrode arrangement **148** within the detection zone **136**.

The influence layer **156** can be made out of metal foil, or similar to the electrodes **150** and **152**, out of silver-coated copper plating, within the electrode arrangement **148**.

An isolation layer **158** is situated beneath the influence layer **156** of the heater mat **102**, which is made out of a non-conductive material such as an electrically non-conducting foil or tissue.

If the heater mat **102** is placed on top of an electrically non-conducting substrate during installation, such as foam cushion in the seat **128**, it is possible that the lower isolation layer **158** of the heater mat **102** may sink.

Altogether, the electrode arrangement **148**, the detection current (electrical) supply wires **118** and **119**, the influence layer **156**, and the space isolation layer **154** situated between the electrode arrangement **148** and the influence layer **156**, constitute a capacitive sensor **160**, whose function is discussed in the following sections.

For example, if the first electrode **150** of the electrode arrangement **148** is hooked-up to a positive potential, and the second electrode **152** is hooked-up to a negative potential, then the first electrode **150** will form a positive net load, and the second electrode **152** will form a negative net load. The positive net load of the first electrode **150** will generate a negative influence load in the vicinity of the influence layer **156** of the first electrode **150**. In the corresponding manner, the negative net load of the second electrode **152** will generate an equally strong positive influence load in the vicinity of the influence layer **156** of the second electrode **152**.

The superposition of the electrical fields of the net loads of electrodes **150** and **152**, and the influence loads in the influence layer **156**, results in a unified field, whose field lines project significantly above and beyond the detection zone **136** of the electrode arrangement **148**.

Due to the effect of the influence loads, the electric fields generated by the purported difference potential between electrodes **150** and **152**, require larger loads from electrodes **150** and **152**, as would be the case if the influence loads were non-existent.

Based on the influence effect, it follows that the rest capacitance  $C_{O, I}$  of the electrode arrangement **148** with an existing influence layer **156**, is notably higher than the rest capacitance  $C_O$  of the same electrode arrangement **148** without an existing influence layer **156**. The rest capacitance  $C_{O, I}$  vs.  $C_O$  is understood as that capacitance of the electrode arrangement **148** that is determined by whether or not a di-electric body is located in the detection zone **136**.

When di-electrics are brought into the detection zone **136**, the capacitance of the electrode arrangement **148** changes by an amount proportional to the di-electric value of the corresponding di-electrics, and by an amount proportional to the rest capacitance. Therefore, through the introduction of di-electrics, attainable changes in capacitance  $\Delta C_I$  will be greater in a capacitive sensor **160** with an influence layer **156**, than in a conventional capacitive sensor without an influence layer.

An increase in the rest capacitance of the electrode arrangement **148** is particularly effective when the electrode arrangement **148** is situated in close vicinity to a mass potential-connected power supply, such as the heater element **142** in the heater element layer **140**, because such an association tends to lower the rest capacitance of the electrode arrangement **148**.

The influence effect counteracts the reduction in rest capacitance of the electrode arrangement 148 through the heater element 142, and in so doing makes it possible to arrange the capacitive sensor 160 and the heater element 142 close together in the heater mat 102.

The capacitance change  $\Delta C_1$  of the electrode arrangement 148 is detected and evaluated through the detection circuit 122 as represented in the block diagram of Fig. 7.

In combination, the detection circuit 122 and the capacitive sensor 160 form a device 164 for the detection of the presence of a body in the detection zone 136.

The detection circuit 122 consists of a delta generator 170 whose triangle-shaped alternating voltage generates a frequency of approximately 5 kHz to 20 kHz. The output signal 177 of the delta generator 170 is illustrated in Fig. 8, as the output voltage  $U$  of the delta generator 170 over time  $t$ .

Instead of a delta generator, it is possible to use a sine (waveform) generator, that produces a sinusoidal-shaped alternating output voltage with a frequency of approximately 15 kHz to 25 kHz.

The delta generator 170 is connected from the detection current (electrical) output 120 of the detection circuit 122, the detection current (electrical) input wire 118, and the detection current (electrical) input 116 of the heater mat 102, to the first electrode 150 of the capacitive sensor 160 through a connector (cable) 172.

The second electrode 152 of the capacitive sensor 160 is connected from the detection current (electrical) output 117, the detection current (electrical) output wire 119, the detection current (electrical) input 121 of the detection circuit 122, and a connection wire (cable) 174, to an input amplifier 176.

The connector cable 174 is connected over a resistance 178 to the mass potential. Together, the capacitive sensor 160 and the resistance 178 form a differentiator 180 for the output signal of the delta generator 170.

The input signal of the input amplifier 176 resembles a rectangle-shaped alternating voltage whose amplitude is essentially proportional to the capacitance of the capacitive sensor 160.

The input amplifier 176 severs the negative portion of the input signal and increases the amplitude of the positive portion by a factor  $V$  (approximately 2, 5) such that its output signal 179 resembles the pulse form in Fig. 9.

The output of the input amplifier 176 is connected to a DC (discrete current) voltage input converter 184 via a connector wire 182.

Through its own input pulse signal, the direct current converter generates a discrete current output signal 183, whose amplitude reflects the momentary unified (total) capacitance of the capacitive sensor 160. This output signal 183 is illustrated in Fig. 10.

An exit point from the discrete current converter 184 is connected to the entry point of a non-invertible differential amplifier via a connector wire 185.

An inverting (entry) input from the differential amplifier 186 is connected via a connection wire 187 with a branching point 188, to a voltage divider 190, which is arranged between the first  $R_1$  192 split resistance and the second 194  $R_2$  split resistance of the voltage divider 190.

The second split resistance **194** is locked to the mass potential, while the first split resistance **192** is connected to a stable voltage source **196** of the detection circuit **122** via a second connection **195**.

The ratio of the ohmic resistances  $R_1$  and  $R_2$  of the first split resistance **192** vs. the second split resistance **194** of the voltage divider **190**, is chosen such that the tapped input voltage at the branching point **188** at the invertible entry to the differential amplifier **186**, represents the total (unified) rest capacitance of the capacitive sensor **160** (including the capacitance of the detection current wires **118** and **119**). As long as the capacitive sensor **160** remains in rest mode, i.e. when there is no to-be-detected body in the detection zone **136**, then the input voltages at the entry points to the differential amplifier **186** will be equal to each other, and the differential amplifier will measure a null (zero) outbound voltage.

However, if a di-electric body is brought into the detection zone **136**, the capacitance of the electrode arrangement **148** is increased, as well as the capacitance of the capacitive sensor **160** by amount  $\Delta C$ , in which case the discreet current converter will register a larger voltage than the adjoining reference voltage at the invertible entrance to the differential amplifier. In this case, the differential amplifier **186** will measure a positive output voltage by an amount proportional to the di-electric body induced capacitive changes in the electrode arrangement **148**.

The output of the differential amplifier **186** connected to the input of a Schmitt Trigger **200** by a connection wire **198**.

An output signal from the Schmitt Trigger **200** is transmitted over a signal wire **202** that is connected to the signal input of the heat regulator **110** (not illustrated).

The Schmitt Trigger **200** generates a digital output signal which depends upon whether the input voltage to the Schmitt Trigger **200** lies above or below a preferred threshold.

The adjoining voltage at the entrance of the Schmitt Trigger is essentially proportional to the capacitive change  $\Delta C$  of the electrode arrangement **148**. As long as no di-electric body is brought into the detection zone **136**, this voltage will remain essentially at zero. When a di-electric body is brought into the detection zone **136**, then the capacitive change  $\Delta C$  of the electrode arrangement **148** will be essentially proportional to the spatial projection of the di-electric body, and its associated di-electric value  $E_1$ .

A weight-dependent change in capacitance results when weight is applied to the seat surface **130** of the seat **128** by a body, since the space isolation layer **154**, located between the electrode arrangement **148** and the influence layer **156**, is pressed together, thereby narrowing the distance between the electrode arrangement **148** and the influence layer **156**, which leads to an increase in capacitance of the electrode arrangement **148**.

Human bodies (composed of about 75% water) have a comparatively larger spatial displacement, weight, and higher relative di-electric value  $E_1$  (about 80) than objects which are commonly placed on the seats of vehicles, such as glass with a di-electric value of about 10, paper (about 5), rubber (about 2, 6), and air or other gases (about 1).

Replication studies have shown that even small children sitting on a seat **128**, induce a much higher change in capacitance in the electrode arrangement **148** than objects commonly left on the seat **128** such as cable reels, notebooks, toolboxes, packages, mobile phones, metallic or plastic baggage, books, clothing, soda cans, drink cartons, or shopping bags.

Therefore, it is possible to select a threshold value for the capacitance change of the electrode arrangement **148** proportional to the Schmitt Trigger **200** input voltage, that is exceeded when a person is positioned in a seat **128**, but not when the above named objects are placed in the seat **128**.

If this threshold value is exceeded, the Schmitt Trigger will send a digital signal indicating the presence of a person occupying a seat **128** in the detection zone **136**. On the other hand, if the threshold value at the entrance of the Schmitt Trigger **200** is not reached, then the Schmitt Trigger **200** will send a digital signal indicating the non-presence of a person in the detection zone **136**, hence the seat **128** is unoccupied.

The Schmitt Trigger **200** is accommodated with a delay mechanism which ensures that the output signal of the Schmitt Trigger **200** only changes when the threshold value of the input voltage to the Schmitt Trigger **200** is over or undershot over a determined time period, usually lasting several seconds.

This delay mechanism prevents the output signal from the Schmitt Trigger **200** from changing during short periods of capacitive changes (fluctuations) in the electrode arrangement **148**, such as during a brief standing-up from the occupied seat **128**, or during bumpy road conditions.

Short duration changes in the output signal of the Schmitt Trigger **200** are undesirable because, for example, this results in unnecessary switching of the circuit elements leading to the heater regulator **110**.

The heater regulator **110** directs the electrical heater current through the heater mat **102** dependently on the output signal from the Schmitt Trigger **200**, such that the electrical heater current input is interrupted when the output signal indicates an unoccupied seat **128** (while heater electrical current is applied and the output signal detects the occupancy of the seat **128**), and heater device **100** is turned on (e.g. via a switch on the vehicle dashboard). It is possible to prevent unnecessary heating of the seat **128** and to improve the energy efficiency of the heater device **100** by interrupting the heater electrical current input when the seat is unoccupied.

The delta generator **170**, the one-way amplifier **176**, the differential amplifier **186**, and the Schmitt Trigger **200**, of the detection circuit **122** are supplied the required terminal voltage through feeder wires **195** from the stabilized voltage source **196**.

According to the detection circuit described in **122**, the measured (diagnostic) signal corresponding to the capacitive change in the electrode arrangement **148** is generated such that the capacitive sensor **160** is integrated in a high-pass filter **180**.

As an alternative or supplementary method, it is also possible to integrate the capacitive sensor **160** in a resonant circuit and to measure changes in the specified resonance frequency of the resonant circuit brought about by the capacitance of the capacitive sensor **160**. Any number of other methods may be used to suitably determine capacitive changes.

The device described in **164** for the detection of the presence of a human body in the detection zone **136**, can be used to control (activate or de-activate) other instruments, other than the heater device **100**, independently, whether the seat **128** is occupied or not.

For example, the output signal of the Schmitt Trigger **200** can be used to activate a seat-based airbag system, when the output signal indicates the seat **128** is occupied, or to



reset a seatbelt reminder system (when the output signal indicates the seat **128** is occupied) if the safety belt is not buckled after a pre-set time interval.

A second version of the heater device **100** with an integrated device **164** for the detection of the presence of a human body in the detection zone **136**, is different from the first version, with respect to the configuration of the electrode arrangement **148**.

As depicted in **Fig. 13**, the second version of the electrode arrangement **148** consists of a first electrode **150**, and a second electrode **152**, each in the form of a comb with several threads **206**, arranged together into the electrode layer **146** of the heater mat **102**, such that the threads **206** of the first electrode **150** are interlocking with the threads **206** of the second electrode **152**.

Apart from that, the second version of the heater device **100** coincides with the first version in terms of structure and functionality.

13

#### Patent Claims

1. Device for the detection of the presence of a body, especially a human body, in a detection zone (**136**), using a capacitive sensor (**160**), which encompasses an electrode arrangement (**148**), which is connected to a detection circuit (**122**), whose capacitance is changeable by bringing a body into the detection area (**136**), **thus characterized**, that the capacitive sensor (**160**) encompasses an influence layer (**156**) made out of electrically conductive material, which is electrically separated from the electrode arrangement (**148**), and capable of generating influence loads via the electrical loads through the electrode arrangement (**148**).
2. Device according to claim 1, **thus characterized**, that the influence body (**156**), is arranged outside of the detection zone (**136**).
3. Device according to claim 2, **thus characterized**, that the influence body (**156**), is arranged on the side turned away from the detection zone (**136**) in the electrode arrangement (**148**).
4. Device according to claim 3, **thus characterized**, that the influence body (**156**), completely overlays the side turned away from the detection zone (**136**) in the electrode arrangement (**148**).
5. Device according to claims 1 through 4, **thus characterized**, that the electrode arrangement (**148**) encompasses a minimum of two electrically separated electrodes (**150**, **152**).
6. Device according to claim 5, **thus characterized**, that the electrodes (**150**, **152**), in the electrode arrangement (**148**), are shaped essentially flat, and preferably, they are arranged evenly next to each other in the electrode layer (**146**).
7. Device according to claim 6, **thus characterized**, that two electrodes (**150**, **152**), in the electrode arrangement (**148**), are formed in the shape of a comb with several threads, and arranged such that the threads of both electrodes (**150**, **152**) are interlocking.
8. Device according to claims 1 through 7, **thus characterized**, that the electrode arrangement (**148**), encompasses a meandering shaped electrode (**150**, **152**), at a minimum.
9. Device according to claims 1 through 8, **thus characterized**, that the influence body is preferably arranged within an essentially even (level) influence layer (**156**).

10. Device according to claims 1 through 9, thus characterized, that an electrically non-conducting isolation body (154) is arranged between the electrode arrangement (148) and the influence layer (156).
11. Device according to claim 10, thus characterized, that the isolation body (154) is elastically deformable.
12. Device according to claims 1 through 11, thus characterized, that the detection circuit (122), encompasses a set-up (170, 180, 176, 184), to generate the momentary total (unified) capacitance of the capacitive sensor (160) corresponding diagnostic signal.
13. Device according to claim 12, thus characterized, that the detection circuit (122), encompasses a set-up (190, 196) for generating both the total (unified) rest capacitance of the capacitive sensor's (160) corresponding reference signal, and a set-up (186) to prevent the transmission of the diagnostic signal's corresponding reference signal.
14. Device according to claim 12 or 13, thus characterized, that the detection circuit (122), encompasses a set-up (200) for generating a detection output signal that indicates whether the diagnostic signal surpasses a specified threshold.
15. Device according to claim 14, thus characterized, that the set-up (200) for generating a detection output signal is arranged so that this generated output signal (resulting from an over or under exceedance of the threshold of the diagnostic signal) only changes when the under or over exceedance lasts a minimum specified period of time.
16. Heater device, in particular with regard to a seat-heater device, encompassing a heating element (142), a device (164) for the detection of the presence of a body in the detection zone (136), pertaining to claims 1 through 15, and a heater controller (110) to control the heater electrical current input to the heater element (142), dependent upon the detection output signal of the device (164) for the detection of the presence of a body in the detection zone (136).
17. Heater device according to claim 16, thus characterized, that the heater element (142) is arranged between the electrode arrangement (148) of the device (164) for the detection of the presence of a person in the detection zone (136), and the detection zone (136).
18. Heater device according to claim 16 or 17, thus characterized, that the heater device (100) encompasses a heater mat (102) in which the heater element (142), the electrode arrangement (148), and the influence body (156) are arranged.
19. Heater device according to claim 16 through 18, thus characterized, that the heater controller (110), and the detection circuit (122) of the device (164) for the detection of the presence of a person in the detection zone (136), are housed together (124).

①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

①⑫ **Patentschrift**  
①⑩ **DE 197 24 168 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 V 3/08**  
G 01 D 5/24  
B 60 N 2/42  
G 07 C 11/00

②① Aktenzeichen: 197 24 168.9-52  
②② Anmeldetag: 7. 6. 97  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 8. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

helag-electronic GmbH elektromechanische  
Bauelemente, 72202 Nagold, DE

⑦④ **Vertreter:**

HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENTANWÄLTE GBR, 70182 Stuttgart

⑦② **Erfinder:**

Volz, Hans, 72297 Seewald, DE; Schübel, Thomas,  
72202 Nagold, DE; Henninger, Helmut, 71159  
Mötzingen, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE 44 17 827 C2  
DE 41 10 702 A1

⑤④ **Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in einem Detektionsbereich und eine solche  
Vorrichtung umfassende Heizvorrichtung**

⑤⑦ Um eine Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers, insbesondere eines menschlichen Körpers, in einem Detektionsbereich, mit einem kapazitiven Sensor, welcher eine Elektrodenanordnung umfaßt, die an eine Detektionsschaltung anschließbar ist und deren Kapazität durch Einbringen des Körpers in den Detektionsbereich veränderbar ist, so zu verbessern, daß durch das Einbringen eines zu detektierenden Körpers in den Detektionsbereich eine höhere Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung erreichbar ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der kapazitive Sensor einen Influenzkörper aus elektrisch leitfähigem Material umfaßt, der von der Elektrodenanordnung elektrisch getrennt ist und an dem elektrische Influenzladungen durch an der Elektrodenanordnung angeordnete elektrische Ladungen erzeugbar sind.

DE 197 24 168 C 1

DE 197 24 168 C 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers, insbesondere eines menschlichen Körpers, in einem Detektionsbereich, mit einem kapazitiven Sensor, welcher eine Elektrodenanordnung umfaßt, die an eine Detektionsschaltung anschließbar ist und deren Kapazität durch Einbringen des Körpers in den Detektionsbereich veränderbar ist.

Solche Vorrichtungen können insbesondere dazu verwendet werden, die Belegung eines Sitzes in einem Fahrzeug zu erkennen und in Abhängigkeit von der Sitzbelegung Sicherheitseinrichtungen wie beispielsweise ein Airbagsystem, Warneinrichtungen wie beispielsweise eine Gurtwarnanzeige oder weitere Einrichtungen des Fahrzeugs zu aktivieren.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der deutschen Patentschrift 44 17 827 C2 bekannt. Bei dieser bekannten Vorrichtung sind zwei flächige Meßelektroden nebeneinander in der Sitzfläche eines Sitzes angeordnet. Die beiden Meßelektroden erzeugen, auf Spannung gelegt, ein elektrisches Feld in einem oberhalb der Sitzfläche des Sitzes angeordneten Detektionsbereich, das durch die Anwesenheit einer Person in dem Detektionsbereich beeinflusst werden kann. Die Kapazität einer Elektrodenanordnung hängt nämlich linear von der relativen Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  des Materials ab, mit dem der Raum, der von dem elektrischen Feld der Elektrodenanordnung durchsetzt wird, ausgefüllt ist. Da menschliches Gewebe zu ungefähr 75% aus Wasser besteht, das eine hohe relative Dielektrizitätszahl von etwa 80 aufweist, ist die Kapazität der Elektrodenanordnung in dem Zustand, in dem sich eine Person in dem Detektionsbereich befindet, gegenüber der Kapazität der Elektrodenanordnung in dem Zustand, in dem der Sitz nicht belegt ist, erhöht. Die Kapazität der Elektrodenanordnung in dem Zustand, in dem sich kein zu detektierender Körper in dem Detektionsbereich befindet, wird im folgenden als Ruhekapazität der Elektrodenanordnung bezeichnet.

Die durch Einbringen eines zu detektierenden Körpers in den Detektionsbereich erzielbare Kapazitätsänderung ist im wesentlichen proportional zu der Ruhekapazität der Elektrodenanordnung. Die aus der deutschen Patentschrift 44 17 827 bekannte Elektrodenanordnung weist jedoch nur eine geringe Ruhekapazität (von typischerweise bis zu 50 pF) auf, die kleiner ist als die Kapazität der Zuleitungen der Elektrodenanordnung (von typischerweise 200 pF). Die durch Einbringen eines zu detektierenden Körpers in den Detektionsbereich erzielbaren absoluten Kapazitätsänderungen der Elektrodenanordnung liegen daher in derselben Größenordnung wie die Kapazität der Zuleitungen zu der Elektrodenanordnung, so daß die erzielbare Kapazitätsänderung im Verhältnis zu der Gesamtkapazität des kapazitiven Sensors, die sich aus der Kapazität der Elektrodenanordnung und der Kapazität der Zuleitungen zusammensetzt, vergleichsweise gering und darum schwer detektierbar ist. Aufgrund der nur geringen Ruhekapazität der Elektrodenanordnung kann es daher zu Fehlern bei der Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich kommen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der durch das Einbringen eines zu detektierenden Körpers in den Detektionsbereich eine höhere Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der kapazitive Sensor einen Influenzkörper aus elektrisch leitfähigem Material umfaßt, der von der Elektrodenanordnung

elektrisch getrennt ist und an dem elektrische Influenzladungen durch an der Elektrodenanordnung angeordnete elektrische Ladungen erzeugbar sind.

Elektrische Ladungen an der Elektrodenanordnung entstehen, wenn die Elektrodenanordnung, beispielsweise mittels der Detektionsschaltung, mit einer elektrischen Spannung beaufschlagt wird.

Dem erfindungsgemäßen Konzept liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die Ruhekapazität einer Elektrodenanordnung sich durch einen Influenzeffekt deutlich steigern läßt. Zur Ausnutzung dieses Influenzeffektes ist ein Influenzkörper aus elektrisch leitfähigem Material, der von der Elektrodenanordnung elektrisch getrennt ist, hinreichend nahe an der Elektrodenanordnung vorzusehen, so daß an dem Influenzkörper elektrische Influenzladungen durch die Wirkung der an der Elektrodenanordnung angeordneten elektrischen Ladungen entstehen.

Dabei entsteht in einem Bereich des Influenzkörpers, der einem Bereich der Elektrodenanordnung mit positiver Ladung benachbart ist, eine negative Influenzladung. In einem Bereich des Influenzkörpers, der einem Bereich der Elektrodenanordnung mit negativer Ladung benachbart ist, entsteht eine positive Influenzladung. Die einander benachbarten Ladungen der Elektrodenanordnung einerseits und des Influenzkörpers andererseits weisen also entgegengesetzte Polarität auf. Daher ist das elektrische Feld, das von den Influenzladungen erzeugt wird, außerhalb des zwischen der Elektrodenanordnung und dem Influenzkörper liegenden Bereichs entgegengesetzt zu dem von den Ladungen an der Elektrodenanordnung erzeugten elektrischen Feld gerichtet. Durch die Superposition beider Felder ergibt sich also eine Abschwächung des elektrischen Feldes der Elektrodenanordnung. Wenn jedoch die elektrischen Potentiale der Bereiche der Elektrodenanordnung fest vorgegeben sind, beispielsweise dadurch, daß zwischen zwei Elektroden der Elektrodenanordnung eine externe elektrische Spannung gelegt wird, so fließen zum Ausgleich der Abschwächung des elektrischen Feldes durch die Influenzladungen weitere Ladungen auf die Elektroden nach. Durch den Influenzeffekt erhöht sich also die elektrische Ladung an den Elektroden der Elektrodenanordnung bei festgehaltener Spannung; dies entspricht einer Erhöhung der Kapazität der Elektrodenanordnung.

Damit sich die Influenzladungen ungestört ausbilden können, ist der Influenzkörper von allen elektrisch leitfähiger Körpern in seiner Umgebung, insbesondere von stromführenden Leitungen, elektrisch getrennt, vorzugsweise durch Isolierkörper elektrisch isoliert. Somit befindet sich der Influenzkörper nicht auf einem fest eingestellten elektrischen Potential; vielmehr kann sich das Potential des Influenzkörpers aufgrund des Influenzeffektes in Abhängigkeit von den Potentialen an den Elektroden der Elektrodenanordnung frei einstellen.

Durch den Influenzeffekt kann eine Steigerung der Ruhekapazität der Elektrodenanordnung um einen Faktor von bis zu 25 erreicht werden. Aufgrund dieser deutlichen Steigerung der Ruhekapazität ist die erfindungsgemäße Vorrichtung auch dann einsetzbar, wenn in unmittelbarer Nachbarschaft der Elektrodenanordnung des kapazitiven Sensors stromführende Leitungen angeordnet sind, die mit einem Massepotential verbunden sind. Solche stromführenden Leitungen setzen die Ruhekapazität der Elektrodenanordnung herab; die durch den Influenzeffekt erfindungsgemäß erreichte Kapazitätserhöhung macht diese Einbuße jedoch mehr als wett. Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich daher insbesondere dazu, neben einer Sitzheizung in einem Sitz angeordnet zu werden, dessen Belegung detektiert werden soll.



Die durch Einbringen eines zu detektierenden Körpers in den Detektionsbereich erzielte Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung wird durch den Influenzeffekt ebenso gesteigert wie die Ruhekapazität der Elektrodenanordnung. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich daher absolute Kapazitätsänderungen der Kapazität der Elektrodenanordnung erzielen, die deutlich größer sind als die Kapazität der Zuleitungen des kapazitiven Sensors.

Grundsätzlich kann der Influenzkörper jede Lage relativ zu dem Detektionsbereich einnehmen. Vorzugsweise wird der Influenzkörper jedoch außerhalb des Detektionsbereichs angeordnet. Dadurch ist gewährleistet, daß der Detektionsbereich in demjenigen Bereich des elektrischen Feldes der Elektrodenanordnung liegt, in dem die Felder der Ladungen an der Elektrodenanordnung und die Felder der Influenzladungen einander entgegengesetzt gerichtet sind.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn der Influenzkörper auf einer dem Detektionsbereich abgewandten Seite der Elektrodenanordnung angeordnet ist. Eine solche Anordnung führt zu einer hohen Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung bei Einbringen eines Dielektrikums in den Detektionsbereich.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung überdeckt der Influenzkörper die dem Detektionsbereich abgewandte Seite der Elektrodenanordnung vollständig.

Über die Art der verwendeten Elektrodenanordnung wurden vorstehend noch keine näheren Angaben gemacht.

Grundsätzlich ist denkbar, daß die Elektrodenanordnung eine einzige Elektrode aufweist, deren Kapazität in Bezug auf ein Referenzpotential, beispielsweise ein geerdetes Fahrzeuggehäuse, gemessen wird.

Vorzugsweise umfaßt die Elektrodenanordnung jedoch mindestens zwei elektrisch voneinander getrennte Elektroden, die auf voneinander verschiedene elektrische Potentiale gelegt werden können.

Dabei wird der Influenzkörper vorteilhafterweise so ausgebildet und angeordnet, daß durch die elektrische Ladung jeder Elektrode Influenzladungen an dem Influenzkörper erzeugbar sind.

Besonders günstig ist es, wenn die Elektrodenanordnung eine Symmetrie, beispielsweise eine Spiegelsymmetrie bezüglich einer Spiegelebene, aufweist, und der Influenzkörper so ausgebildet und angeordnet ist, daß er dieselbe Symmetrie, beispielsweise eine Spiegelsymmetrie bezüglich derselben Spiegelebene, aufweist.

Die mindestens zwei Elektroden der Elektrodenanordnung können auf verschiedenen Seiten des Detektionsbereichs angeordnet sein. In diesem Fall ist es von Vorteil, wenn jeder Elektrode ein Influenzkörper zugeordnet ist, der vorzugsweise jeweils auf der dem Detektionsbereich abgewandten Seite der betreffenden Elektrode angeordnet ist.

Ein kompakterer Aufbau der Elektrodenanordnung und damit das kapazitiven Sensors der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird erreicht, wenn die Elektroden der Elektrodenanordnung im wesentlichen flächig ausgebildet und in einer, vorzugsweise im wesentlichen ebenen, Elektrodenschicht nebeneinander angeordnet sind. In diesem Fall sind die mindestens zwei Elektroden der Elektrodenanordnung auf derselben Seite des Detektionsbereichs angeordnet, so daß ein einstückig ausgebildeter Influenzkörper verwendet werden kann, um den Influenzeffekt für beide Elektroden auszunutzen.

Durch eine geeignete Geometrie der Elektroden der Elektrodenanordnung kann die Ruhekapazität der Elektrodenanordnung weiter gesteigert werden.

Bei einer zur Erzielung einer hohen Ruhekapazität günstigen Anordnung weisen zwei Elektroden der Elektrodenan-

ordnung jeweils die Form eines Kammes mit mehreren Zinken auf und sind diese Elektroden so relativ zueinander angeordnet, daß die Zinken der beiden Elektroden ineinandergreifen.

Als besonders günstig zur Erzielung einer hohen Ruhekapazität hat es sich jedoch erwiesen, wenn die Elektrodenanordnung mindestens eine mäanderförmige Elektrode umfaßt. Umfaßt die Elektrodenanordnung mehrere Elektroden, so ist es von Vorteil, wenn alle Elektroden der Elektrodenanordnung mäanderförmige Gestalt aufweisen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Influenzkörper als eine, vorzugsweise im wesentlichen ebene, Influenzschicht ausgebildet. Eine solche Influenzschicht kann insbesondere flexibel ausgebildet sein, so daß sie sich zerstörungsfrei verformen kann, wenn ein zu detektierender Körper in den Detektionsbereich eingebracht wird, also beispielsweise der Sitz, dessen Belegung detektiert werden soll, belegt wird.

Für die erwünschte Erhöhung der Ruhekapazität der Elektrodenanordnung ist es besonders günstig, wenn die Elektrodenanordnung in einer Elektrodenschicht nebeneinander angeordnete flächige Elektroden umfaßt und der Influenzkörper als im wesentlichen parallel zu der Elektrodenschicht ausgebildete Influenzschicht ausgebildet ist.

Die erforderliche elektrische Trennung der Elektrodenanordnung von dem Influenzkörper kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß ein luftgefüllter oder evakuierter Zwischenraum zwischen der Elektrodenanordnung und dem Influenzkörper vorgesehen ist.

Eine zuverlässigere Trennung, die auch bei einer Verformung des kapazitiven Sensors noch für eine hinreichende Isolation sorgt, wird jedoch erreicht, wenn zwischen der Elektrodenanordnung und dem Influenzkörper ein elektrisch nicht leitfähiger Isolationskörper angeordnet ist.

Die Ruhekapazität der Elektrodenanordnung hängt aufgrund des Influenzeffektes unter anderem auch von dem Abstand zwischen der Elektrodenanordnung und dem Influenzkörper ab. Wenn der zwischen der Elektrodenanordnung und dem Influenzkörper vorgesehene Isolationskörper elastisch verformbar ist, kann dieser Effekt für eine weitere Steigerung der durch das Einbringen eines Körpers in den Detektionsbereich erzielbaren Kapazitätsänderung ausgenutzt werden. Wird nämlich in einem solchen Fall der kapazitive Sensor durch den eingebrachten Körper mit einem mechanischen Druck beaufschlagt, so verringert sich der Abstand zwischen der Elektrodenanordnung und dem Influenzkörper aufgrund der elastischen Verformung des Isolationskörpers, was eine zusätzliche Steigerung der Kapazität der Elektrodenanordnung zur Folge hat.

Zur Auswertung der durch Einbringen eines Körpers in den Detektionsbereich verursachten Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung weist die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhafterweise eine Detektionsschaltung auf, welche eine Einrichtung zum Erzeugen eines der momentanen Gesamtkapazität des kapazitiven Sensors entsprechenden Meßsignals umfaßt.

Eine solche Detektionsschaltung kann aus diskreten elektronischen Bauelementen aufgebaut sein oder auch einen programmierbaren Prozessor mit einem geeigneten Auswertungsprogramm umfassen.

Für den angestrebten Detektionszweck der erfindungsgemäßen Vorrichtung kommt es lediglich auf eine möglichst genaue Erfassung der Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung an. Es ist daher von Vorteil, wenn die Detektionsschaltung eine Einrichtung zum Erzeugen eines einer Ruhegesamtkapazität des kapazitiven Sensors entsprechenden Referenzsignals und eine Einrichtung zum Vermindern des Betrags des Meßsignals um den Betrag des Referenzsi-

gnals umfaßt. Die Ruhegesamtkapazität des kapazitiven Sensors setzt sich dabei aus der Ruhekapazität der Elektrodenanordnung und der Kapazität der zwischen der Detektionsschaltung und der Elektrodenanordnung angeordneten Zuleitungen zusammen. Durch die vorstehend beschriebene Maßnahme wird daher erreicht, daß das um den Betrag des Referenzsignals verminderte Meßsignal direkt der durch einen in den Detektionsbereich eingebrachten Körper erzeugten Kapazitätsänderung entspricht.

Bei vielen Anwendungen ist es erwünscht, daß die Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich zwischen verschiedenen Gruppen von eingebrachten Körpern unterscheiden kann. Zu diesem Zweck umfaßt die Detektionsschaltung vorteilhafterweise eine Einrichtung zum Erzeugen eines Detektorausgangssignals, das angibt, ob das Meßsignal einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Dadurch ist es möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung nur dann die Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich anzeigen zu lassen, wenn derselbe eine Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung verursacht, welche oberhalb eines vorgegebenen Mindestwerts liegt. Auf diese Weise können insbesondere menschliche Körper, welche aufgrund des hohen Wasseranteils von menschlichem Gewebe eine hohe mittlere relative Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  aufweisen und daher vergleichsweise hohe Kapazitätsänderungen der Elektrodenanordnung verursachen, von Gegenständen, die im wesentlichen aus Kunststoff oder Metall bestehen und darum wesentlich geringere mittlere relative Dielektrizitätszahlen  $\epsilon_r$  aufweisen, unterschieden werden.

Ferner ist es günstig, wenn die Einrichtung zum Erzeugen eines Detektorausgangssignals so ausgebildet ist, daß das von derselben erzeugte Ausgangssignal sich bei einer Unter- oder Überschreitung des vorgegebenen Schwellenwerts durch das Meßsignal nur ändert, wenn die Unter- oder Überschreitung mindestens eine vorgegebene Zeitspanne lang andauert. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß sich das Detektorausgangssignal ändert, wenn ein Körper nur für kurze Zeit in den Detektionsbereich eingebracht oder nur für kurze Zeit aus dem Detektionsbereich hinausbewegt wird. So ist zum Beispiel denkbar, daß eine Person, die einen Sitz belegt, dessen Belegung durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung detektiert werden soll, sich für kurze Zeit von dem Sitz erhebt, um etwa hinter den Sitz zu greifen oder eine außerhalb ihrer Reichweite in der Sitzposition liegende Bedienungseinrichtung zu erreichen. In einem solchen Fall ist es in der Regel erwünscht, daß die Detektionsvorrichtung ununterbrochen eine Belegung des betreffenden Sitzes anzeigt.

Außer zur Erkennung der Belegung eines Sitzes kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch für beliebige andere Anwendungen eingesetzt werden, bei denen die Anwesenheit eines Körpers in einem Detektionsbereich zu detektieren ist. Beispielsweise kann die Vorrichtung zur Erkennung der Belegung von Krankenbetten dienen.

Da bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch den Influenzeffekt eine durch die Nähe stromführender Leitungen zu dem kapazitiven Sensor bedingte Abnahme der Ruhekapazität kompensiert wird, eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung besonders dazu, als Teil einer Heizvorrichtung, insbesondere einer Sitz-Heizvorrichtung, verwendet zu werden, wobei die Heizvorrichtung neben der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Heizelement und eine Heizsteuerung zur Steuerung einer Heizstromzufuhr zu dem Heizelement in Abhängigkeit von einem Detektorausgangssignal der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfaßt. Eine solche Heizvorrichtung kann in der Weise betrieben werden, daß die Heizsteuerung die Heizstromzufuhr zu dem Heizelement nur dann freigibt, wenn das Detektorausgangssignal anzeigt,

daß ein menschlicher Körper in dem Detektionsbereich, also beispielsweise auf dem zu beheizenden Sitz, anwesend ist. Im Vergleich zu einer Sitzheizung, die einen Sitz unabhängig von dessen Belegung beheizt, kann so eine erhebliche Energieeinsparung erzielt werden.

Eine ein Heizelement und eine Detektionsvorrichtung zur Erkennung einer Sitzbelegung umfassende Sitzheizung, die nur bei belegtem Sitz eingeschaltet wird, ist aus der DE 41 10 702 A1 bekannt. Diese bekannte Sitzheizung umfaßt jedoch keine Detektionsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15.

In der Regel wird der Detektionsbereich im wesentlichen dem mittels der Heizvorrichtung zu beheizenden Bereich entsprechen. Es ist daher von Vorteil, wenn das Heizelement zwischen der Elektrodenanordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem Detektionsbereich angeordnet ist, da sich so das Heizelement in unmittelbarer Nachbarschaft des zu beheizenden Bereiches befindet. Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Heizvorrichtung ist vorgesehen, daß die Heizvorrichtung eine Heizmatte umfaßt, in der das Heizelement, die Elektrodenanordnung und der Influenzkörper angeordnet sind. Durch die Integration des Heizelements, der Elektrodenanordnung und des Influenzkörpers in der Heizmatte wird ein kompakter Aufbau und ein zeitsparender Einbau der Heizvorrichtung ermöglicht.

Eine weitere Senkung des Platzbedarfs der Heizvorrichtung und eine weitere Verkürzung der erforderlichen Montagezeit kann dadurch erreicht werden, daß die Heizsteuerung und die Detektionsschaltung der Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und zeichnerischen Darstellung zweier Ausführungsbeispiele.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Heizvorrichtung, in die eine Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers integriert ist;

Fig. 2 einen Sitz, beispielsweise einen Fahrzeugsitz, in den eine Heizmatte der Heizvorrichtung aus Fig. 1 integriert ist;

Fig. 3 einen schematischen, stark überhöhten Querschnitt durch die Heizmatte der Heizvorrichtung aus Fig. 1, in dem eine Heizelementschicht, eine Elektrodenschicht und eine Influenzschicht der Heizmatte dargestellt sind;

Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt durch die Heizelementschicht der Heizmatte der Heizvorrichtung aus Fig. 1;

Fig. 5 einen schematischen Längsschnitt durch die Elektrodenschicht der Heizmatte einer ersten Ausführungsform der Heizvorrichtung aus Fig. 1;

Fig. 6 einen schematischen Längsschnitt durch die Influenzschicht der Heizmatte der Heizvorrichtung aus Fig. 1;

Fig. 7 ein Blockschaltbild einer Detektionsschaltung der Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers;

Fig. 8 einen zeitlichen Verlauf einer Ausgangsspannung eines Dreiecksgenerators der Detektionsschaltung aus Fig. 7;

Fig. 9 einen zeitlichen Verlauf einer Ausgangsspannung des Einwegverstärkers der Detektionsschaltung aus Fig. 7;

Fig. 10 einen zeitlichen Verlauf einer Ausgangsspannung eines Gleichspannungswandlers der Detektionsschaltung aus Fig. 7;

Fig. 11 einen schematischen Längsschnitt durch die Elektrodenschicht der Heizmatte einer zweiten Ausführungsform der Heizvorrichtung.

In allen Figuren sind gleiche oder funktional äquivalente Elemente mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Eine schematisch in Fig. 1 dargestellte, als Ganzes mit



100 bezeichnete Heizvorrichtung umfaßt eine flexible, flache, im wesentlichen rechteckförmige Heizmatte 102.

Die Heizmatte 102 weist einen Heizstromeingang 104 auf, der über eine Heizstromzuführleitung 106 mit einem Heizstromausgang 108 einer Heizsteuerung oder eines Heizreglers 110 verbunden ist.

Ferner weist die Heizmatte 102 einen Heizstromausgang 112 auf, der über eine Heizstromabführleitung 114 an ein Massepotential angeschlossen ist.

Ferner weist die Heizmatte 102 einen Detektionsstrom-  
eingang 116, der über eine Detektionsstromzuführleitung 118 mit einem Detektionsstromausgang 120 einer Detek-  
tionsschaltung 122 verbunden ist, und einen Detektions-  
stromausgang 117 auf, der über eine Detektionsstromab-  
führleitung 119 mit einem Detektionsstromeingang 121 der  
Detektionsschaltung 122 verbunden ist.

Der Heizregler 110 und die Detektionsschaltung 122 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 124 untergebracht, das über ein (nicht dargestelltes) Versorgungskabel mit einer Strom-  
quelle, beispielsweise einer Kraftfahrzeugbatterie, verbun-  
den ist.

Wie in Fig. 2 dargestellt, kann die Heizmatte 102 der Heiz-  
vorrichtung 100 in einem Sitzpolster 126 eines Sitzes 128  
eines Beförderungsmittels, beispielsweise eines Kraftfahr-  
zeugs, angeordnet sein, um eine Sitzfläche 130 des Sitzes  
128 beheizen zu können.

Alternativ oder ergänzend dazu kann die Heizmatte 102  
auch in einer Rückenlehne 132 des Sitzes 128 angeordnet  
sein, um eine Anlehfläche 134 des Sitzes 128 beheizen zu  
können.

In beiden Fällen ist es aus Gründen der Energieeinspar-  
ung erwünscht, daß der Heizmatte 102 nur dann ein Heiz-  
strom zugeführt wird, wenn der Sitz 128 durch eine Person,  
beispielsweise einen Fahrer oder Fahrgast, belegt ist, sich  
also ein menschlicher Körper in dem in Fig. 2 in gebroche-  
ner Linie dargestellten Detektionsbereich 136 befindet. Zu  
diesem Zweck umfaßt die Heizvorrichtung 100 eine Vor-  
richtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in  
dem Detektionsbereich 136, welche ein Ausgangssignal er-  
zeugt, das angibt, ob der Sitz 128 belegt ist, und anhand des-  
sen der Heizregler 110 die Heizstromzufuhr zu der Heiz-  
matte 102 steuert. Diese Vorrichtung zur Detektion der An-  
wesenheit eines Körpers wird im folgenden näher beschrie-  
ben.

Wie in Fig. 3 dargestellt, umfaßt die Heizmatte 102 eine  
obere Isolationsschicht 138, die im eingebauten Zustand der  
Sitzfläche 130 zugewandt ist und aus einer elektrisch nicht  
leitfähigen Folie oder einem elektrisch nicht leitfähigen Ge-  
webe besteht.

An diese obere Isolationsschicht 138 schließt sich nach  
unten eine Heizelementschicht 140 an, in der ein linienförmiges,  
die Form einer Heizschlange aufweisendes Heizele-  
ment 142 angeordnet ist. Die Form des Heizelements 142 ist  
aus dem Längsschnitt der Fig. 4 zu ersehen.

Statt eines Heizelements in Form eines Heizdrahts kann  
beispielsweise auch eine Carbonmatte als Heizelement ver-  
wendet werden.

Ein erstes Ende des Heizelements 142 ist mit dem Heiz-  
strom eingang 104 der Heizmatte 102 verbunden, während  
ein zweites Ende des Heizelements 142 mit dem Heizstrom-  
ausgang 112 der Heizmatte 102 verbunden ist. Fließt ein  
Heizstrom von den Heizstromeingang 104 zu dem Heiz-  
stromausgang 112 der Heizmatte 102, so wird in dem Hei-  
zelement 142 aufgrund dessen ohmschen Widerstandes  
Wärme erzeugt und durch die obere Iso lationsschicht 138  
an die Sitzfläche 130 abgegeben.

An die Heizelementschicht 140 der Heizmatte 102  
schließt sich nach unten eine Zwischenisolationsschicht 144

an, die aus einer elektrisch nicht-leitenden Folie oder aus ei-  
nem elektrisch nicht-leitenden Gewebe besteht.

An die Zwischenisolationsschicht 144 schließt sich nach  
unten eine Elektroden-  
schicht 146 an, in der eine Elektroden-  
anordnung 148 angeordnet ist.

Die Elektrodenanordnung 148 umfaßt eine flächenhaft  
ausgebildete, mäanderförmige erste Elektrode 150, und eine  
ebenfalls flächenhaft ausgebildete und mäanderförmige  
zweite Elektrode 152, die in derselben Ebene wie die erste  
Elektrode 150 im wesentlichen parallel zu derselben in ei-  
nem Abstand von beispielsweise ungefähr 5 mm angeordnet  
ist.

Die beiden Elektroden 150 und 152 bestehen aus einem  
Material mit guter, vorzugsweise metallischer Leitfähigkeit,  
beispielsweise aus einem versilberten Kupfergeflecht, und  
weisen jeweils eine (längs der Elektroden-  
schicht 146 ge-  
messene) Breite von beispielsweise ungefähr 30 mm auf  
und eine (senkrecht zu der Elektroden-  
schicht 146 ge-  
messene) Dicke von beispielsweise ungefähr 0,2 mm auf.

Ein Ende der ersten Elektrode 150 ist mit dem Detektions-  
strom eingang 116 der Heizmatte 102 verbunden. Ein Ende  
der zweiten Elektrode 152 ist mit dem Detektionsstromaus-  
gang 117 der Heizmatte 102 verbunden.

Der Zwischenraum zwischen den beiden Elektroden 150  
und 152 ist vorzugsweise mit Luft gefüllt, kann jedoch auch  
ein elektrisch isolierendes Material enthalten.

An die Elektroden-  
schicht 146 schließt sich nach unten  
eine weitere Zwischenisolationsschicht 154 an, die aus einer  
elastisch verformbaren, elektrisch nicht leitfähigen Folie  
oder einem elastisch verformbaren, elektrisch nicht leitfähigen  
Stoffgeflecht besteht. Die Dicke dieser Zwischenisolationsschicht  
beträgt beispielsweise 0,8 mm.

An die Zwischenisolationsschicht 154 schließt sich nach  
unten eine Influenzschicht 156 an, die aus einem Material  
mit guter, vorzugsweise metallischer Leitfähigkeit besteht  
und sich parallel zu den Schichtgrenzflächen mindestens so  
weit erstreckt wie die Elektrodenanordnung 148 der Elek-  
troden-  
schicht 146, deren Parallelprojektion längs einer  
senkrecht zu der Schicht-  
richtung verlaufenden Richtung auf  
die Influenzschicht 156 in Fig. 6 in gebrochenen Linien dar-  
gestellt ist. Die In fluenzschicht 156 überdeckt also die dein  
Detektionsbereich 136 abgewandte Seite der Elektrodenan-  
ordnung 148 vollständig.

Die Influenzschicht 156 kann aus einer Metallfolie oder,  
wie die Elektroden 150 und 152 der Elektrodenanordnung  
148, aus einem versilberten Kupfergeflecht bestehen.

An die Influenzschicht 156 schließt sich nach unten eine  
untere Isolationsschicht 158 der Heizmatte 102 an, die aus  
einem elektrisch nicht leitfähigen Material, beispielsweise  
einer elektrisch nicht leitfähigen Folie oder einem elektrisch  
nicht leitfähigen Stoffgeflecht, besteht.

Wenn die Heizmatte 102 beim Einbau so angeordnet  
wird, daß sie auf einem Körper aus elektrisch nicht leitfähigen  
Material, beispielsweise einem Schaumstoffpolster des  
Sitzes 128, aufliegt, so kann die untere Isolationsschicht 158  
der Heizmatte 102 entfallen.

Die Elektrodenanordnung 148, die Detektionsstromlei-  
tungen 118 und 119, die Influenzschicht 156 und die zw-  
ischen der Elek trodenanordnung 148 und der Influenz-  
schicht 156 angeordnete Zwischenisolationsschicht 154 bil-  
den zusammen einen kapazitiven Sensor 160, dessen Funk-  
tion im folgenden noch näher erläutert werden wird.

Wird beispielsweise die erste Elektrode 150 auf ein posi-  
tives und die zweite Elektrode 152 der Elektrodenanord-  
nung 148 auf ein negatives Potential gelegt, so entsteht an  
der ersten Elektrode 150 eine positive Nettoladung und an  
der zweiten Elektrode 152 eine negative Nettoladung. Die  
positive Nettoladung an der ersten Elektrode 150 erzeugt in

dem der ersten Elektrode 150 benachbarten Bereich der Influenzschicht 156 eine negative Influenzladung. In entsprechender Weise erzeugt die negative Nettoladung an der zweiten Elektrode 152 in dem der zweiten Elektrode 152 benachbarten Bereich der Influenzschicht 156 eine ebenso große positive Influenzladung.

Durch Superposition der elektrischen Felder der Nettoladungen an den Elektroden 150 und 152 und der Influenzladungen in der Influenzschicht 156 entsteht ein elektrisches Gesamtfeld, dessen Feldlinien weit in den oberhalb der Elektrodenanordnung 148 angeordneten Detektionsbereich 136 ausgreifen.

Wegen der Wirkung der Influenzladungen sind zur Erzeugung eines elektrischen Feldes, das der vorgegebenen Potentialdifferenz zwischen den Elektroden 150 und 152 entspricht, größere Ladungen an den Elektroden 150 und 152 erforderlich, als dies ohne das Vorhandensein der Influenzladungen der Fall wäre.

Aufgrund des Influenzeffektes ist folglich die Ruhekapazität  $C_{0,1}$  der Elektrodenanordnung 148 bei Vorhandensein der Influenzschicht 156 deutlich höher als die Ruhekapazität  $C_0$  derselben Elektrodenanordnung 148 ohne die Influenzschicht 156. Unter der Ruhekapazität  $C_{0,1}$  bzw.  $C_0$  wird dabei diejenige Kapazität der Elektrodenanordnung 148 verstanden, die sich ergibt, wenn sich kein dielektrischer Körper in dem Detektionsbereich 136 befindet.

Wird ein Dielektrikum in den Detektionsbereich 136 eingebracht, so ändert sich die Kapazität der Elektrodenanordnung 148 um einen Betrag, der im wesentlichen proportional zu der Dielektrizitätszahl des betreffenden Dielektrikums und zu der Ruhekapazität ist. Daher ist die durch Einbringen eines Dielektrikums bei einem kapazitiven Sensor 160 mit Influenzschicht 156 erzielbare Kapazitätsänderung  $\Delta C_1$  größer als bei einem herkömmlichen kapazitiven Sensor, der keine Influenzschicht umfaßt.

Eine Erhöhung der Ruhekapazität der Elektrodenanordnung 148 wirkt sich besonders vorteilhaft aus, wenn sich die Elektrodenanordnung 148 in unmittelbarer Nachbarschaft stromführender, mit dem Massepotential verbundener Leitungen befindet, da die Nachbarschaft solcher Leitungen, beispielsweise des Heizelements 142 in der Heizelementschicht 140, die Ruhekapazität der Elektrodenanordnung 148 verringert. Der Influenzeffekt wirkt der Verringerung der Ruhekapazität der Elektrodenanordnung 148 durch das Heizelement 142 entgegen und ermöglicht es so, den kapazitiven Sensor 160 und das Heizelement 142 in unmittelbarer Nähe zueinander in der Heizmatte 102 anzuordnen.

Die Kapazitätsänderung  $\Delta C_1$  der Elektrodenanordnung 148 wird mittels der in Fig. 7 als Blockschaltbild dargestellten Detektionsschaltung 122 detektiert und ausgewertet.

Die Detektionsschaltung 122 und der kapazitive Sensor 160 bilden zusammen eine Vorrichtung 164 zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich 136.

Die Detektionsschaltung 122 umfaßt einen Dreiecksgenerator 170, der eine dreieckförmige Ausgangsspannung mit einer Frequenz von beispielsweise 5 kHz bis 20 kHz erzeugt. Das Ausgangssignal 177 des Dreiecksgenerators 170 ist in Fig. 8 dargestellt, in der die Ausgangsspannung  $U$  des Dreiecksgenerators 170 über der Zeit  $t$  aufgetragen ist.

Statt eines Dreiecksgenerators kann auch ein Sinusgenerator verwendet werden, der eine sinusförmige Ausgangsspannung mit einer Frequenz von beispielsweise 15 kHz bis 25 kHz erzeugt.

Der Dreiecksgenerator 170 ist über eine Zwischenleitung 172, den Detektionsstromausgang 120 der Detektionsschaltung 122, die Detektionsstromzuführleitung 118 und den

Detektionsstrom eingang 116 der Heizmatte 102 mit der ersten Elektrode 150 des kapazitiven Sensors 160 verbunden.

Die zweite Elektrode 152 des kapazitiven Sensors 160 ist über den Detektionsstromausgang 117, die Detektionsstromabfuhrleitung 119, den Detektionsstromeingang 121 der Detektionsschaltung 122 und eine Zwischenleitung 174 mit einem Eingang eines Einwegverstärkers 176 verbunden.

Die Zwischenleitung 174 ist über einen Widerstand 178 mit dem Massepotential verbunden. Der kapazitive Sensor 160 und der Widerstand 178 bilden zusammen ein Differenzglied 180 für das Ausgangssignal des Dreiecksgenerators 170.

Das Eingangssignal des Einwegverstärkers 176 entspricht daher einer rechteckförmigen Wechselspannung, deren Amplitude im wesentlichen proportional zu der Kapazität des kapazitiven Sensors 160 ist.

Der Einwegverstärker 176 schneidet die negativen Signalanteile des Eingangssignals ab und erhöht die Amplitude der positiven Signalanteile um einen Faktor  $V$  von beispielsweise 2,5, so daß sein Ausgangssignal 179 die in Fig. 9 dargestellte gepulste Form erhält.

Der Ausgang des Einwegverstärkers 176 ist über eine Zwischenleitung 182 mit einem Eingang eines Gleichspannungswandlers 184 verbunden.

Der Gleichspannungswandler erzeugt aus seinem gepulsten Eingangssignal ein Gleichspannungs-Ausgangssignal 183, dessen Amplitude der momentanen Gesamtkapazität des kapazitiven Sensors 160 entspricht. Dieses Ausgangssignal 183 ist in Fig. 10 dargestellt.

Ein Ausgang des Gleichspannungswandlers 184 ist über eine Zwischenleitung 185 mit einem nicht-invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 186 verbunden.

Ein invertierender Eingang des Differenzverstärkers 186 ist über eine Zwischenleitung 187 mit einem Abzweigungspunkt 188 eines Spannungsteilers 190 verbunden, welcher zwischen einem ersten Teilerwiderstand 192 und einem zweiten Teilerwiderstand 194 des Spannungsteilers 190 angeordnet ist.

Der zweite Teilerwiderstand 194 ist an das Massepotential angeschlossen, während der erste Teilerwiderstand 192 über eine Speiseleitung 195 mit einer stabilisierten Spannungsquelle 196 der Detektionsschaltung 122 verbunden ist.

Das Verhältnis der ohmschen Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  des ersten Teilerwiderstandes 192 bzw. des zweiten Teilerwiderstandes 194 des Spannungsteilers 190 wird so gewählt, daß die an dem Abzweigungspunkt 188 abgegriffene Eingangsspannung am invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 186 der Gesamtruhekapazität des kapazitiven Sensors 160 (einschließlich der Kapazität der Detektionsstromleitungen 118 und 119) entspricht. Solange sich der kapazitive Sensor 160 in seinem Ruhezustand befindet, das heißt solange sich kein zu detektierender Körper in dem Detektionsbereich 136 befindet, sind daher die Eingangsspannungen an den Eingängen des Differenzverstärkers 186 einander gleich, so daß der Differenzverstärker die Ausgangsspannung Null ausgibt.

Wird jedoch ein dielektrischer Körper in den Detektionsbereich 136 eingeführt, erhöht sich die Kapazität der Elektrodenanordnung 148 und damit die Kapazität des kapazitiven Sensors 160 um den Betrag  $\Delta C$ , so daß in diesem Fall der Gleichspannungswandler 184 eine Spannung ausgibt, die größer ist als die an dem invertierenden Eingang des Differenzverstärkers anliegende Referenzspannung. Der Differenzverstärker 186 gibt in diesem Fall eine positive Ausgangsspannung aus, deren Betrag proportional zu der durch den dielektrischen Körper verursachten Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung 148 ist.

Der Ausgang des Differenzverstärkers 186 ist über eine



Zwischenleitung 198 mit einem Eingang einer Triggerstufe 200 verbunden.

Ein Signalausgang der Triggerstufe 200 ist über eine Signalleitung 202 mit einem (nicht dargestellten) Signaleingang des Heizreglers 110 verbunden.

Die Triggerstufe 200 erzeugt ein digitales Ausgangssignal, welches davon abhängt, ob die am Eingang der Triggerstufe 200 anliegende Spannung ober- oder unterhalb eines vorgegebenen Schwellenspannungswertes liegt.

Die am Eingang der Triggerstufe 200 anliegende Spannung ist im wesentlichen proportional zu der Kapazitätsänderung  $\Delta C$  der Elektrodenanordnung 148. Solange kein dielektrischer Körper in den Detektionsbereich 136 eingebracht wird, ist diese Spannung im wesentlichen Null. Wenn ein dielektrischer Körper in den Detektionsbereich 136 eingebracht wird, so ergibt sich eine Kapazitätsänderung  $\Delta C$  der Elektrodenanordnung 148, die im wesentlichen von der räumlichen Ausdehnung des betreffenden Körpers und seiner relativen Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  abhängt.

Wenn der in den Detektionsbereich 136 eingebrachte Körper die Sitzfläche 130 des Sitzes 128 mit seinem Gewicht belastet, so ergibt sich zusätzlich eine gewichtsabhängige Kapazitätsänderung, da die zwischen der Elektrodenanordnung 148 und der Influenzschicht 156 angeordnete elastische Zwischenisolationsschicht 154 durch das Gewicht dieses Körpers zusammengedrückt wird, was den Abstand zwischen der Elektrodenanordnung 148 und der Influenzschicht 156 verringert und zu einer Erhöhung der Kapazität der Elektrodenanordnung 148 führt.

Menschliche Körper weisen im Vergleich zu Gegenständen, die üblicherweise auf den Sitzen eines Verkehrsmittels abgelegt werden, große räumliche Ausdehnung, hohes Gewicht und eine hohe relative Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  auf, da menschliches Gewebe zu ungefähr 75% aus Wasser besteht, dessen relative Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  ungefähr 80 beträgt, während die relativen Dielektrizitätszahlen von Glas ungefähr 10, von Papier ungefähr 5, von Gummi ungefähr 2,6 und von Luft und anderen Gasen ungefähr 1 betragen.

Vergleichsversuche haben ergeben, daß selbst Kinder, die sich auf den Sitz 128 setzen, eine deutlich höhere Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung 148 bewirken als Gegenstände, die üblicherweise auf einem solchen Sitz 128 abgelegt werden, wie beispielsweise Kabelrollen, Notebooks, Werkzeugkästen, Handgepäck, Handys, Metall- oder Kunststoffkoffer, Bücher, Kleidungsstücke, Sprudelkästen, Getränkekartons oder Einkaufstaschen.

Es ist daher möglich, für die der Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung 148 proportionale Eingangsspannung der Triggerstufe 200 einen Schwellenwert zu wählen, der stets überschritten wird, wenn eine Person auf dem Sitz 128 Platz nimmt, jedoch nicht erreicht wird, wenn Gegenstände wie die vorstehend beispielhaft aufgezählten auf dem Sitz 128 abgelegt werden. Wird dieser Schwellenspannungswert überschritten, so gibt die Triggerstufe 200 ein digitales Signal aus, das die Anwesenheit einer Person in dem Detektionsbereich 136, also eine Belegung des Sitzes 128, anzeigt. Wird hingegen dieser Schwellenspannungswert am Eingang der Triggerstufe 200 nicht erreicht, so gibt die Triggerstufe 200 ein digitales Signal aus, das die Abwesenheit einer Person aus dem Detektionsbereich 136, also eine Nichtbelegung des Sitzes 128, anzeigt.

Die Triggerstufe 200 ist mit einer Verzögerungseinrichtung versehen, die dafür sorgt, daß sich das Ausgangssignal der Triggerstufe 200 nur dann ändert, wenn eine Unter- oder Überschreitung des Schwellenspannungswerts der Eingangsspannung der Triggerstufe 200 über einen vorgegebenen Zeitraum, vorzugsweise mehrere Sekunden, andauert. Durch diese Verzögerungseinrichtung wird vermieden, daß

sich das Ausgangssignal der Triggerstufe 200 aufgrund kurzzeitiger Schwankungen der Kapazität der Elektrodenanordnung 148, beispielsweise bei kurzem Aufstehen einer den Sitz 128 belegenden Person oder beim Durchfahren einer Rüttelstrecke, ändert. Kurzzeitige Änderungen des Ausgangssignals der Triggerstufe 200 sind unerwünscht, weil sie zu einem unnötigen Schalten von das Ausgangssignal der Triggerstufe 200 auswertenden Schaltelementen, beispielsweise des Heizreglers 110, führen.

Der Heizregler 110 steuert den Heizstrom durch die Heizmatte 102 in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Triggerstufe 200 in der Weise, daß die Heizstromzufuhr unterbrochen wird, wenn das Ausgangssignal eine Nichtbelegung des Sitzes 128 anzeigt, während ein Heizstrom zugeführt wird, wenn das Ausgangssignal eine Belegung des Sitzes 128 anzeigt und die Heizvorrichtung 100, beispielsweise mittels eines an einem Armaturenbrett des Beförderungsmittels angeordneten Schalters, eingeschaltet ist. Durch die Unterbrechung der Heizstromzufuhr bei nicht-belegtem Sitz wird ein unnötiges Beheizen des Sitzes 128 vermieden und die Energiebilanz der Heizvorrichtung 100 verbessert.

Der Dreiecksgenerator 170, der Einwegverstärker 176, der Differenzverstärker 186 und die Triggerstufe 200 der Detektionsschaltung 122 werden von der stabilisierten Spannungsquelle 196 über Speiseleitungen 195 mit der erforderlichen Speisespannung versorgt.

Bei der vorstehend beschriebenen Detektionsschaltung 122 wird ein der Kapazitätsänderung der Elektrodenanordnung 148 entsprechendes Meßsignal dadurch erzeugt, daß der kapazitive Sensor 160 als Kondensator in einem Hochpaßfilter 180 integriert ist. Alternativ oder ergänzend hierzu wäre es auch möglich, den kapazitiven Sensor 160 in einem Schwingkreis zu integrieren und eine Änderung der durch die Kapazität des kapazitiven Sensors 160 festgelegten Resonanzfrequenz des Schwingkreises zu messen. Auch jedes andere zur Bestimmung einer Kapazitätsänderung geeignete Verfahren kann angewandt werden.

Die vorstehend beschriebene Vorrichtung 164 zur Detektion der Anwesenheit eines menschlichen Körpers in einem Detektionsbereich 136 kann zusätzlich zur Steuerung der Heizvorrichtung 100 auch zur Steuerung weiterer Einrichtungen, die in Abhängigkeit von der Belegung des Sitzes 128 aktiviert oder deaktiviert werden sollen, verwendet werden. So kann das Ausgangssignal der Triggerstufe 200 beispielsweise dazu verwendet werden, ein dem Sitz 128 zugeordnetes Airbagsystem zu aktivieren, wenn dieses Ausgangssignal eine Belegung des Sitzes 128 anzeigt, oder ein Gurtwarnsignal auszulösen, wenn das Ausgangssignal eine Belegung des Sitzes 128 anzeigt, nach einem vorgegebenen Zeitintervall aber ein dem Sitz 128 zugeordneter Sicherheitsgurt nicht angelegt worden ist.

Eine zweite Ausführungsform einer Heizvorrichtung 100 mit integrierter Vorrichtung 164 zur Detektion der Anwesenheit eines menschlichen Körpers in dem Detektionsbereich 136 unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform hinsichtlich der Ausbildung der Elektrodenanordnung 148.

Wie in Fig. 13 dargestellt, umfaßt die Elektrodenanordnung 148 der zweiten Ausführungsform eine erste Elektrode 150 und eine zweite Elektrode 152, die beide die Form eines Kammes mit mehreren Zinken 206 aufweisen und in der Elektroden-schicht 146 der Heizmatte 102 so zueinander angeordnet sind, daß die Zinken 206 der ersten Elektrode 150 und die Zinken 206 der zweiten Elektrode 152 ineinandergreifen.

Im übrigen stimmt die zweite Ausführungsform der Heizvorrichtung 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform überein.

1. Vorrichtung zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers, insbesondere eines menschlichen Körpers, in einem Detektionsbereich (136),  
mit einem kapazitiven Sensor (160), welcher eine Elektrodenanordnung (148) umfaßt, die an eine Detektionsschaltung (122) anschließbar ist und deren Kapazität durch Einbringen des Körpers in den Detektionsbereich (136) veränderbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß der kapazitive Sensor (160) einen Influenzkörper (156) aus elektrisch leitfähigem Material umfaßt, der von der Elektrodenanordnung (148) elektrisch getrennt ist und an dem elektrische Influenzladungen durch an der Elektrodenanordnung (148) angeordnete elektrische Ladungen erzeugbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Influenzkörper (156) außerhalb des Detektionsbereichs (136) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Influenzkörper (156) auf einer dem Detektionsbereich (136) abgewandten Seite der Elektrodenanordnung (148) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Influenzkörper (156) die dem Detektionsbereich (136) abgewandte Seite der Elektrodenanordnung (148) vollständig überdeckt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenanordnung (148) mindestens zwei elektrisch voneinander getrennte Elektroden (150, 152) umfaßt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (150, 152) der Elektrodenanordnung (148) im wesentlichen flächig ausgebildet und in einer, vorzugsweise im wesentlichen ebenen, Elektrodenschicht (146) nebeneinander angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Elektroden (150, 152) der Elektrodenanordnung (148) jeweils die Form eines Kämmes mit mehreren Zinken aufweisen und so relativ zueinander angeordnet sind, daß die Zinken der beiden Elektroden (150, 152) ineinandergreifen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenanordnung (148) mindestens eine mäanderförmige Elektrode (150, 152) umfaßt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Influenzkörper als eine, vorzugsweise im wesentlichen ebene, Influenzschicht (156) ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Elektrodenanordnung (148) und dem Influenzkörper (156) ein elektrisch nicht leitfähiger Isolationskörper (154) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolationskörper (154) elastisch verformbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionsschaltung (122) eine Einrichtung (170, 180, 176, 184) zum Erzeugen eines der momentanen Gesamtkapazität des kapazitiven Sensors (160) entsprechenden Meßsignals umfaßt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionsschaltung (122) eine Ein-

richtung (190, 196) zum Erzeugen eines einer Ruhegesamtkapazität des kapazitiven Sensors (160) entsprechenden Referenzsignals und eine Einrichtung (186) zum Vermindern des Betrags des Meßsignals um den Betrag des Referenzsignals umfaßt.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionsschaltung (122) eine Einrichtung (200) zum Erzeugen eines Detektorausgangssignals umfaßt, das angibt, ob das Meßsignal einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (200) zum Erzeugen eines Detektorausgangssignals so ausgebildet ist, daß das von derselben erzeugte Ausgangssignal sich bei einer Unter- oder Überschreitung des vorgegebenen Schwellenwerts durch das Meßsignal nur ändert, wenn die Unter- oder Überschreitung mindestens eine vorgegebene Zeitspanne lang andauert.

16. Heizvorrichtung, insbesondere Sitz-Heizvorrichtung, umfassend ein Heizelement (142), eine Vorrichtung (164) zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in einem Detektionsbereich (136) nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und eine Heizsteuerung (110) zur Steuerung einer Heizstromzufuhr zu dem Heizelement (142) in Abhängigkeit von einem Detektorausgangssignal der Vorrichtung (164) zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich (136).

17. Heizvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Heizelement (142) zwischen der Elektrodenanordnung (148) der Vorrichtung (164) zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich (136) und dem Detektionsbereich (136) angeordnet ist.

18. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung (100) eine Heizmatte (102) umfaßt, in der das Heizelement (142), die Elektrodenanordnung (148) und der Influenzkörper (156) angeordnet sind.

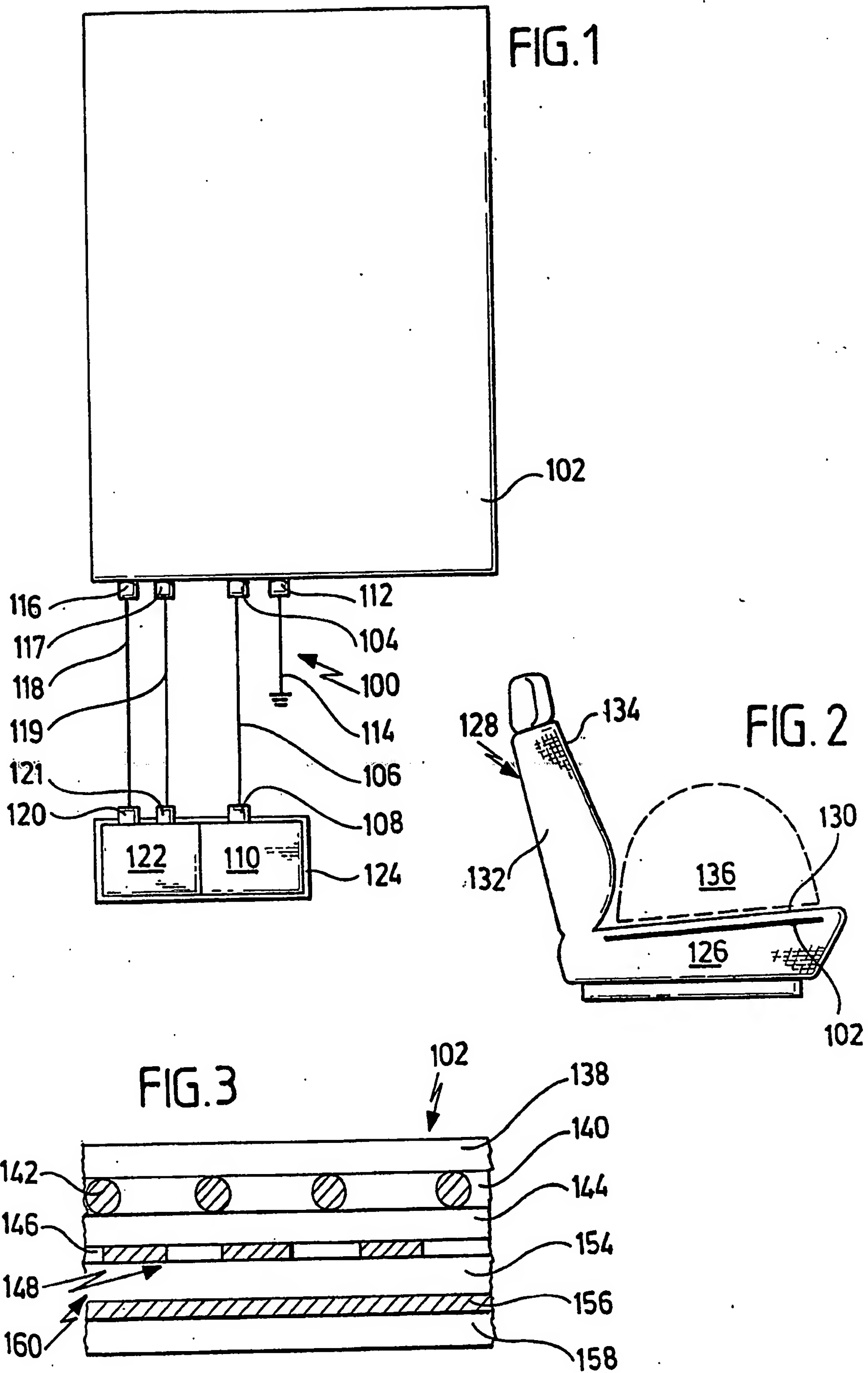
19. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizsteuerung (110) und die Detektionsschaltung (122) der Vorrichtung (164) zur Detektion der Anwesenheit eines Körpers in dem Detektionsbereich (136) in einem gemeinsamen Gehäuse (124) angeordnet sind.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -





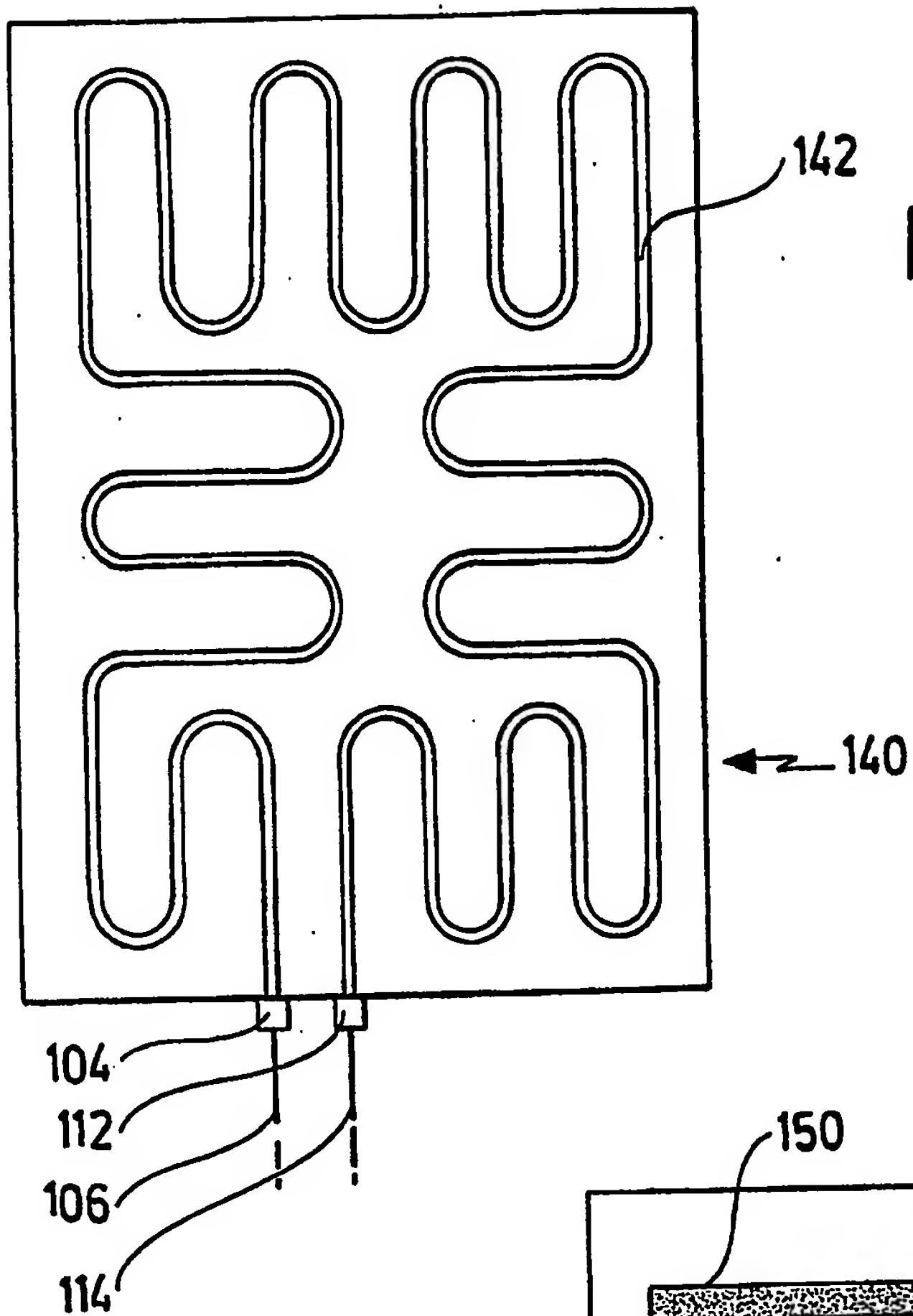
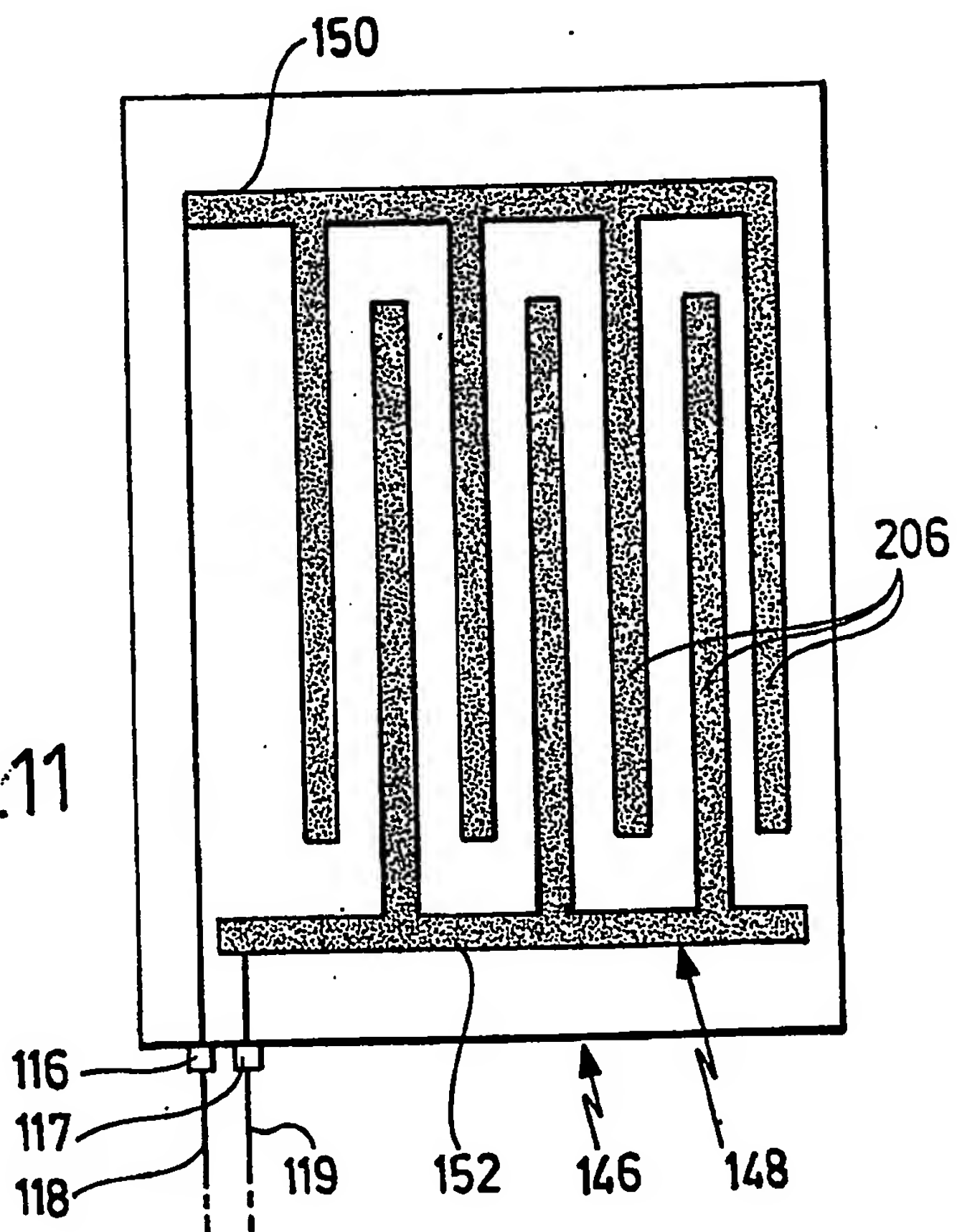


FIG. 11



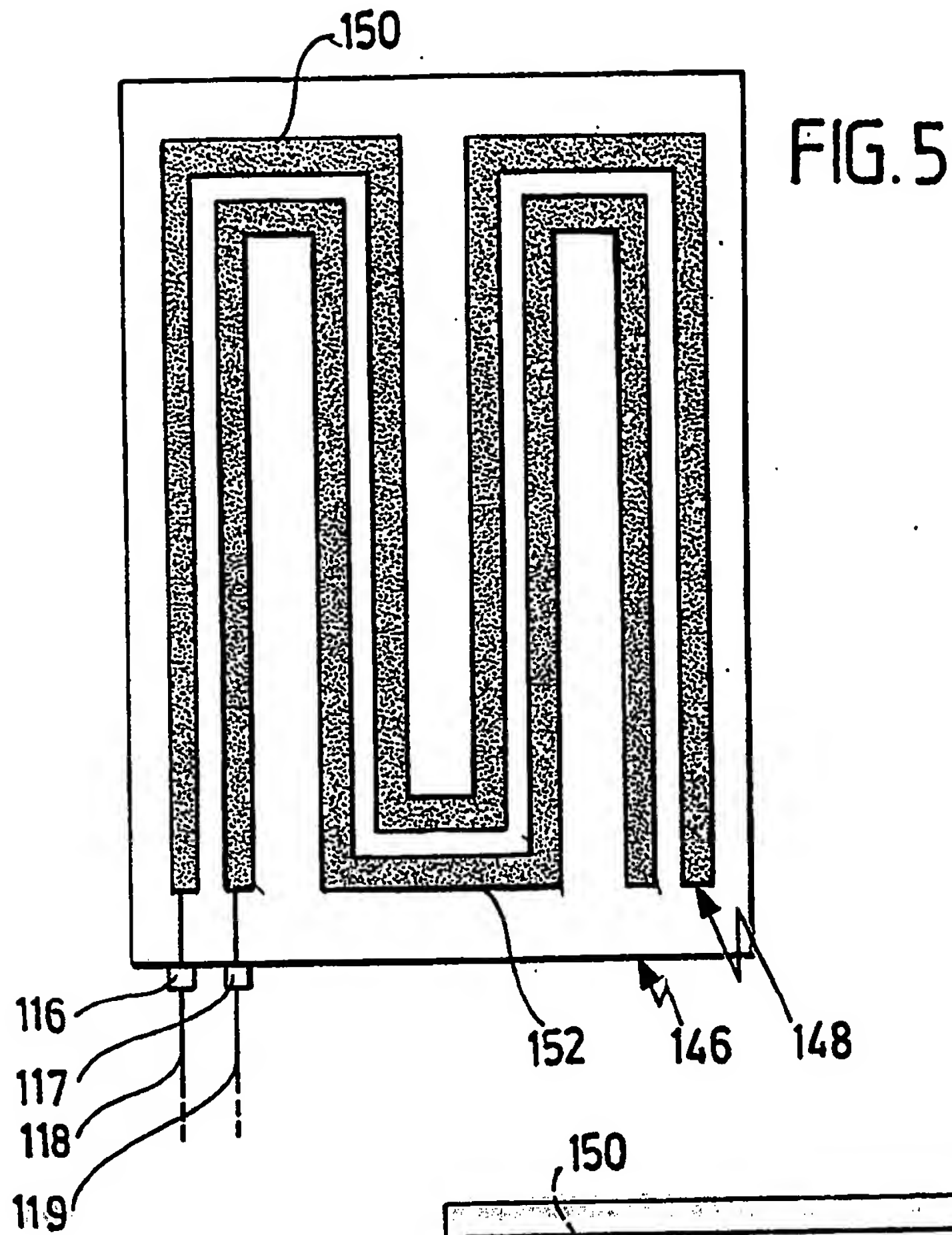


FIG. 6

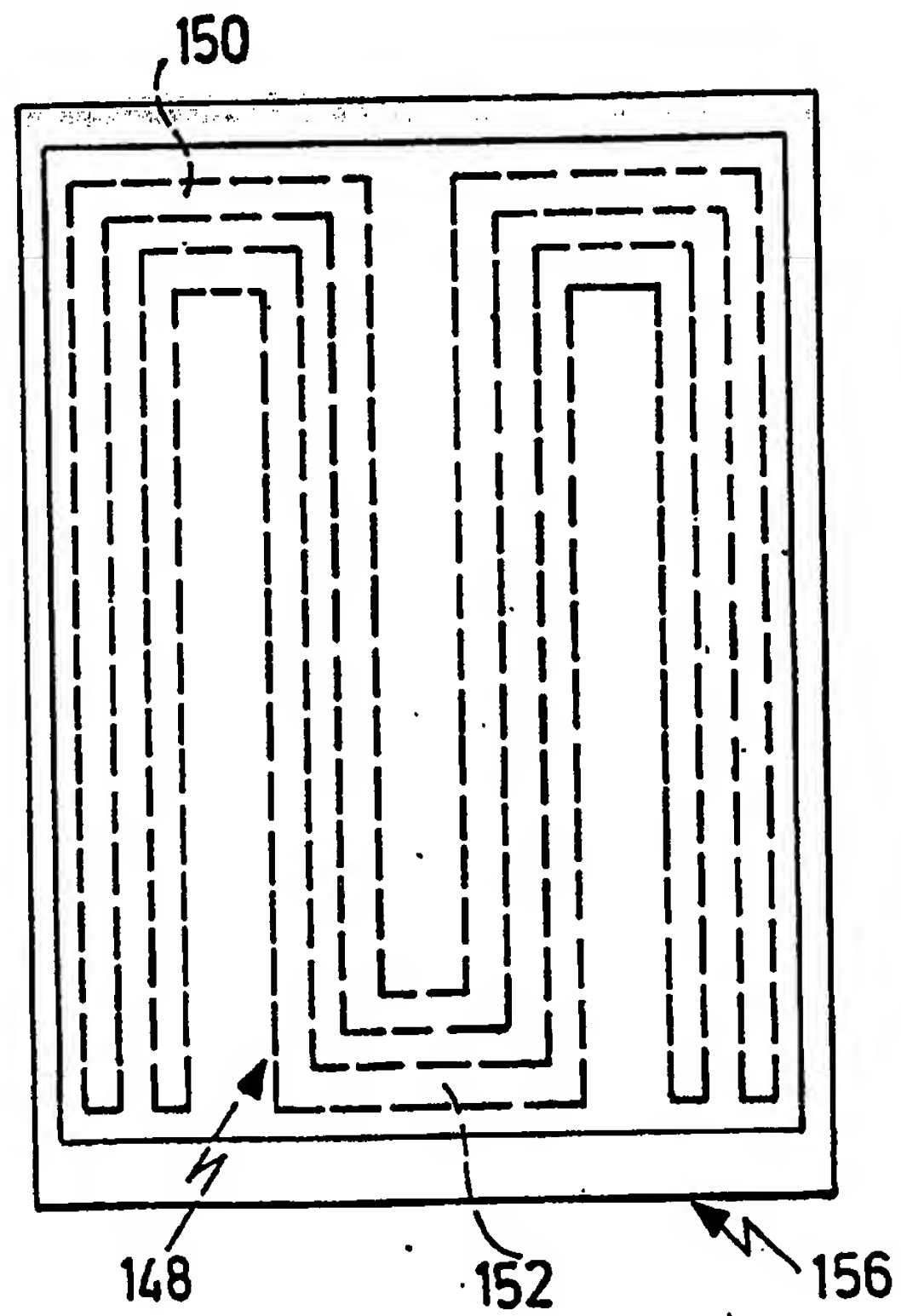


FIG. 7

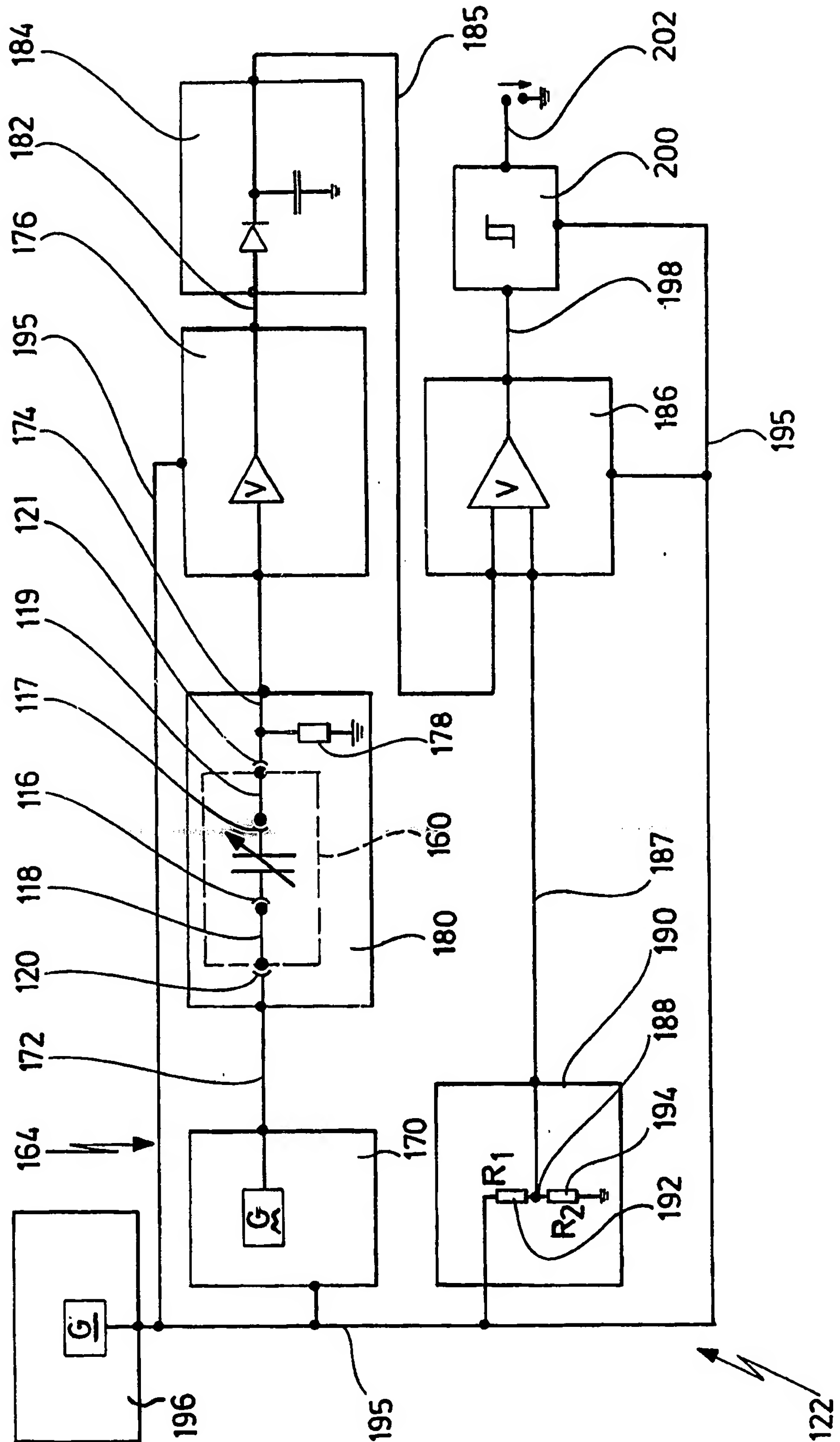


FIG. 8

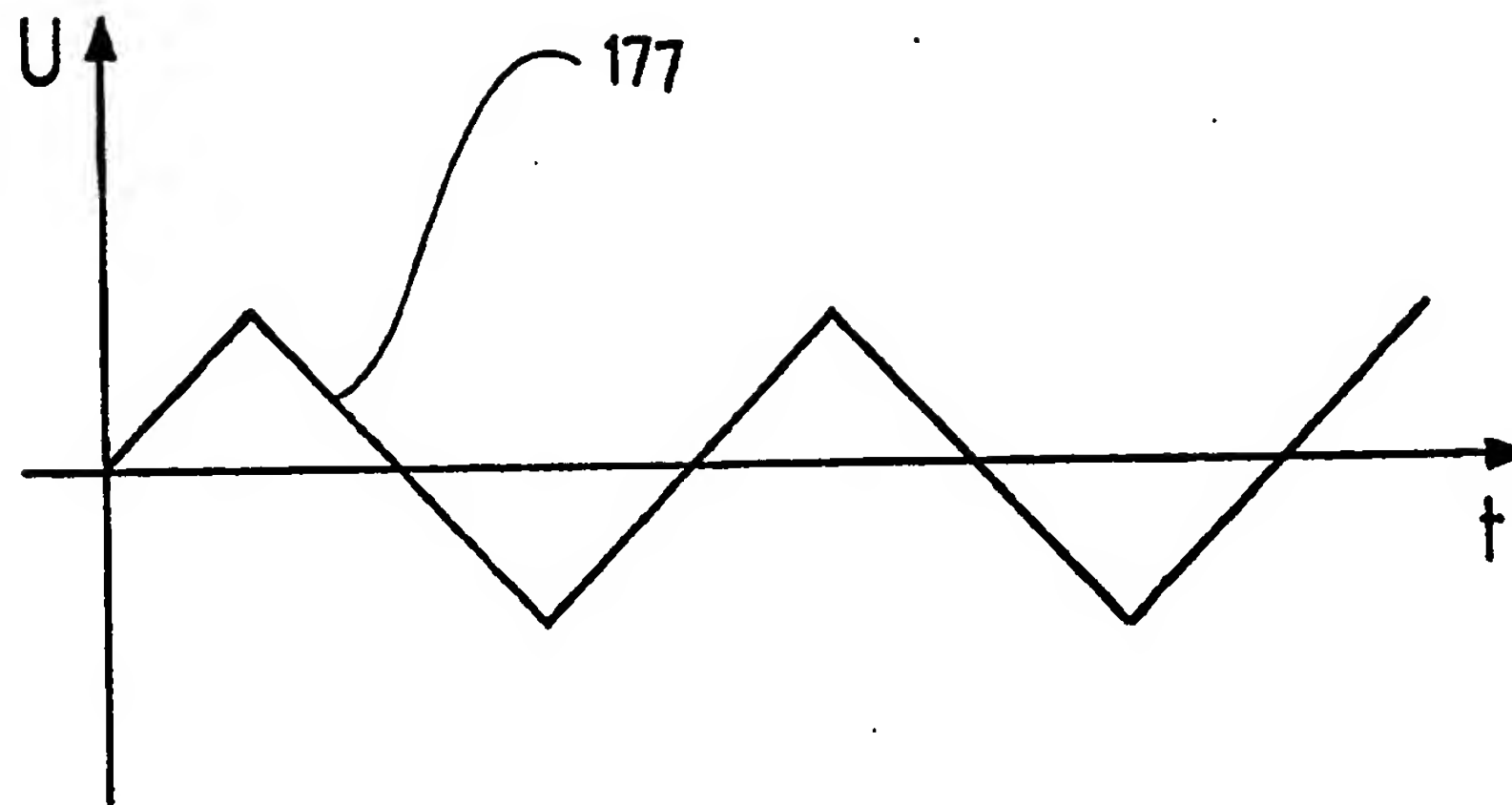


FIG. 9

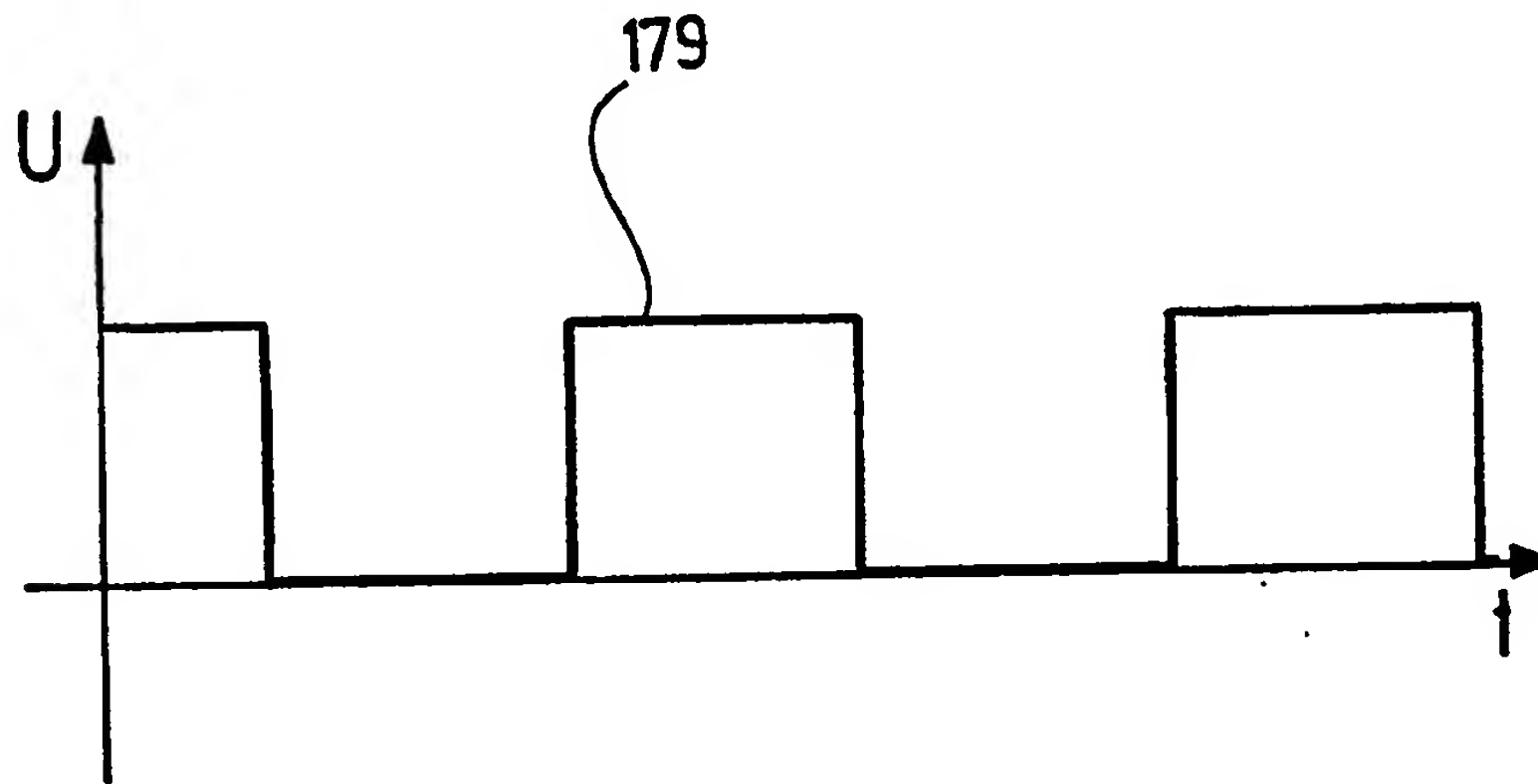


FIG. 10

